

Maria Gabriela Cosme Diogo Ndembo

**Avaliação Subjetiva do Conforto Térmico Laboral
de uma Empresa Angolana.**

Orientador: Prof. Doutor Luís Manuel Monteiro Alves

**Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias
Faculdade de Engenharia – Engenharia do Ambiente**

Lisboa

2018

Maria Gabriela Cosme Diogo Ndembo

**Avaliação Subjetiva do Conforto Térmico Laboral
de uma Empresa Angolana.**

Dissertação defendida em provas públicas para a obtenção do grau de mestre em engenharia do ambiente conferido pela Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias no dia 13/12/2018, perante o júri, nomeado pelo Despacho de Nomeação n.º: 323/2018, de 24 de Outubro de 2018, com a seguinte composição:

Presidente: Prof. Doutora Cândida Leonor Pinto Rocha

Arguente: Prof. Doutor Manuel de A. B. Correia Guedes

Orientador: Prof. Doutor Luís Manuel Monteiro Alves

Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias

Faculdade de Engenharia – Engenharia do Ambiente

Lisboa

2018

Epígrafe

“O homem prudente não diz tudo quanto pensa, mas pensa tudo quanto diz”.

Aristóteles

“A democracia surgiu quando, devido ao fato de que todos são iguais em certo sentido, acreditou-se que todos fossem absolutamente iguais entre si”.

Aristóteles

“Quando a mente está pensando, está falando consigo mesma”.

Platão

Agradecimentos

Agradeço o Professor Doutor Luís Alves pela sua orientação, pela paciência, disponibilidade, opiniões, críticas e por toda a colaboração e ensinamentos durante o meu percurso enquanto aluna.

Agradeço também o Professor Doutor Hélder Silva, pelos ensinamentos e apoio na realização da pesquisa, pelo saber transmitido enquanto aluna.

Ao responsável pela área de ambiente, saúde e segurança da SOMG, Hélmir Barbosa pela colaboração e os esclarecimentos prestados.

A minha amiga Tamara Sanches pelo apoio interesse em ajudar, disponibilidade e contributo na revisão do trabalho.

A minha família maridos e filhos em especial o Armando pelo carinho, companheirismo, constante motivação, compreensão e auxílio prestado.

Aos meus Pais que me ensinaram a ter fé em mim e em Deus. Por todos os ensinamentos permitiram ser quem sou hoje.

A todos que participaram desta etapa da minha vida, muito obrigada.

Resumo

O conforto térmico é uma resposta subjetiva em que uma pessoa expressa satisfação com o ambiente térmico como resultado das trocas de calor do corpo e o meio. São diversos os fatores que contribuem para a sensação de conforto em um ambiente de trabalho. Como por exemplo: fatores ambientais, fatores fisiológicos, fatores subjetivos e a arquitetura. O nosso estudo aborda o intervalo dedicado aos ambientes térmicos moderados. A metodologia utilizada foi a adaptativa e designada por quantitativa, pesquisa realizada em situações reais do cotidiano, com pessoas a desempenhar as suas atividades em locais de trabalho onde as pessoas expressavam suas sensações e preferências térmicas de acordo com escalas favoráveis.

Para identificar o conforto térmico laboral sentido pelos trabalhadores em seu ambiente de trabalho realizou-se por meio de inquéritos uma avaliação subjetiva da aclimatização do local tendo como objetivo identificar a aceitação dos trabalhadores em relação ao ambiente no escritório, usando como caso de estudo a empresa Angolana SOMG de Operação e manutenção de toda a rede de gasoduto de gás natural liquefeito da Angola LNG. A amostra foi de uma população de 50 indivíduos contida num universo de 70 trabalhadores. O estudo reforça a necessidade de melhoria na área de conforto térmico laboral em Angola.

Verificou-se que o método de escalas subjetivas de avaliação (ISO 10551, 2001) é um instrumento importante na avaliação subjetiva do conforto térmico. Houve valores superiores a 60% entre os resultados do PMV e PPD obtidos através dos gráficos de Fanger com as respostas dos trabalhadores. Dos 50 trabalhadores participaram do inquérito, 19% demonstraram estar insatisfeitos e 81% de satisfeitos, conforme demonstrou o resultado do índice PPD em relação ao conforto no ambiente em que se encontravam. Foi verificado na pesquisa que existe uma relação direta entre os valores de PMV e PPD em relação a satisfação dos trabalhadores no ambiente térmico do posto de trabalho no momento em que davam as respostas ao inquérito, 68% dos trabalhadores consideram estar neutros (conforto). No geral aproximadamente 100% votos foram a favor de um ambiente do posto de trabalho aceitável.

Palavras-chave: Conforto térmico, Avaliação Subjetiva, Gás Natural Liquefeito.

Abstract

Thermal comfort is a subjective response in which a person expresses satisfaction with the thermal environment because of the heat exchanges of the body and the environment. Several factors contribute to the feeling of comfort in a work environment. As for example: environmental factors, physiological factors, subjective factors and architecture. Our study addresses the range dedicated to moderate thermal environments. The methodology used was the adaptive and designated as quantitative, research conducted in real situations of daily life, with people to perform their activities in workplaces where people expressed their sensations and thermal preferences according to favourable scales.

To identify the occupational thermal comfort felt by the workers in their work environment. Was carried out through surveys a subjective evaluation of the acclimatization of the place, aiming to identify the acceptance of the workers in relation to the environment in the office, using as case study the company Angolan SOMG de Operation and maintenance of the entire liquefied natural gas pipeline network of Angola LNG. The sample was of a population of 50 individuals contained in a universe of 70 workers. The study reinforces the need for improvement in the area of thermal comfort in Angola.

They are verified that the method of subjective evaluation scales (ISO 10551, 2001) is an important instrument in the subjective evaluation of thermal comfort. There were values higher than 60% between the results of PMV and PPD obtained through the Fanger charts with the workers' responses. Are taking part in the survey 50 workers, 19% were dissatisfied and 81% satisfied, as demonstrated by the PPD index in relation to comfort in the environment in which they were found. In the research, there was a direct relationship between the values of PMV and PPD in relation to the satisfaction of workers in the thermal environment of the workplace at the time they gave the answers to the survey, 68% of workers considered to be neutral (comfort). Proximately 100% overall of votes were in favour of an acceptable workplace environment.

Key words: Thermal comfort, Subjective Evaluation, Liquefied Natural Gas.

Siglas, Abreviaturas e Unidades

Siglas	Significado	Unidades
A_{Du}	Área superficial do corpo nu, ou área de DuBois	m^2
M	Massa do corpo	Kg
L	Altura do corpo	M
M	Atividade desempenhada pelo indivíduo	met ($W.m^{-2}$)
I_{cl}	Isolamento do vestuário	clo ($m^2C.W^{-1}$)
t_a	Temperatura do ar	$^{\circ}C$
t_r	Temperatura radiante media	$^{\circ}C$
v_{ar}	Velocidade do ar	$m.s^{-1}$
p_a	Pressão atmosférica	Pa

Siglas	Significado
ASHRAE	American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers
USA	Estados unidos da América
ENE	Empresa Nacional de Eletricidade
HSE	<i>Health Safety Executive</i>
HES	Direção de SST e Ambiente
ISO	<i>Internacional Organization for Standardization</i>
IT	Tecnologia de informação
OMS	Organização Mundial da Saúde
OMM	Organização Meteorológica Mundial
PLC	Sistema Lógico da Planta
PMV	Voto Médio Estimado
PMV Subjetivo	Sensação Térmica, obtida por Método Subjetivo
PMV Subjectivo_05	Sensação Térmica corrigida, obtida por Método Subjetivo
PPD	Percentagem de Pessoas Insatisfeitas
REH	Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação
RECS	Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviços
SAP	<i>Second Audio Program</i>
SCADA	Sistemas de Supervisão e Aquisição de Dados
SCE	Sistema Certificação Energética dos Edifícios
SOMG	Sociedade de Operações e Manutenção de Gasodutos
TA	Temperatura do Ar
TEP	Temperatura Fisiológica Equivalente
TMA	Temperatura Máxima do Ar
TMED	Temperatura Média do Ar
TMI	Temperatura Mínima do Ar
TN	Média da Temperatura Mínima
TNN	Temperatura Mínima Absoluta
Trm	Temperatura Radiante Média
TX	Média da Temperatura Máxima
TXX	Temperatura Máxima Absoluta
VMED	Velocidade do Ar
Cm	Centímetro
Mm	Milímetro
°C	Graus Celsius
Hr	Humidade Relativa
Clo	Unidade de Isolamento Térmico
Met	Unidade Taxa Metabólica
Pa	Pascal (unidade de pressão atmosférica)
Aw	Clima tropical com estação seca no Inverno
BWh	Clima Árido Quente
BSh	Clima Semi-Árido Quente
Cwa, Cwb	Clima Tropical de Altitude

Índice Geral

Epígrafe	2
Agradecimentos	3
Resumo	4
Abstract	5
Siglas, Abreviaturas e Unidades	6
Introdução.....	14
1. Enquadramento teórico.....	15
1.1. Conforto térmico	15
1.1.1. Ambiente térmico de trabalho.....	15
1.2.1. Adaptação.....	17
1.2.2. Variáveis que influenciam na sensação de conforto térmico	18
1.2.2.1. Variáveis ambientais.....	18
1.2.2.2. Variáveis humana	19
1.2.3. Fatores que afetam o conforto térmico	22
1.2.3.1 Bem-estar	23
1.3. Termorregulação humana	23
1.3.1. Mecanismos de troca térmica do corpo humano com o ambiente	24
1.3.2. Equação do balanço térmico	26
2. Avaliação de conforto térmico	29
2.1. Pesquisas em câmaras climatizadas	29
2.2. Pesquisas de campo	30
2.3. Condições de conforto térmico	31
2.3.1. Desconforto localizado	31
2.4. Equação de prognóstico de conforto térmico.....	33
2.4.1. Voto Médio Estimado – (PMV - Predicted mean vote)	34
2.4.2. Percentual de pessoas insatisfeitas (PPD-Predicted percentage dissatisfied)	35
2.5. Avaliação subjetiva.....	37
2.5.1. Fenómeno psicológico.....	38
2.5.2. Escalas de sensação	39
2.6. Normalização.....	40
2.6.1. Organização Internacional de Normalização (International Organization for Standardization, ISO).....	40

2.6.1.1. ISO 7730/05 - Ambientes térmicos moderados.	41
2.6.1.2. ISO 9920/95 - Ergonomia de ambientes térmicos.	42
2.6.1.3. ISO 8996/2004 – Ergonomia.	42
2.6.1.4. ISO10551/2001 – Ergonomia de ambientes térmicos.	42
2.6.2. <i>American Society of Heating Refrigerating and Air-Conditioning Engineer, Inc.</i> (ASHRAE)	43
2.6.2.1. ASHRAE Standard 55-92 - Ambientes térmicos.	43
2.6.3. Regulamentos Portugueses	43
2.7. Projeto e construção para o conforto térmico	45
2.7.1. Elementos construtivos	46
2.7.2. Ventilação	46
2.7.3. Ar condicionado	47
2.7.4. Qualidade do ar interior	48
2.7.5. Racionalização da energia e o conforto térmico	50
2.8. Normais climatológicas	51
3. Conforto térmico em Angola	54
3.1. Clima.....	55
3.1.1. Normais Climatológicas de Luanda.....	56
3.1.1.1. Temperatura.....	56
3.1.1.2. Humidade Relativa.....	58
3.1.1.3. Precipitação	59
3.2. Área de estudo – Angola	60
3.2.1. Empresa.....	60
3.2.2. Descrição simplificada das áreas de trabalho da SOMG	61
3.2.1. Província de Luanda	65
3.2.3. Província do Zaire	66
3.2.3.1. Localização geográfica do Soyo	66
3.3. Qualidade do ar interior	67
4. Definição dos problemas e objetivos.....	68
4.1. Objetivo geral	68
4.2. Objetivos específicos	69
5. Metodologia	69
5.1. Amostra	69
5.2. Metodologia de pesquisa de campo	70
5.2.1. Fluxograma de pesquisa de campo	70
5.4. Procedimentos	71

5.4.1. Diagrama de intervenção	71
6. Avaliação subjetiva	72
6.1.1. Períodos do inquérito.....	72
6.2. Inquérito	72
6.2.1. Particularidades de aplicação do inquérito.....	74
6.2.2. Ficha de observação.....	74
7. Apresentação dos resultados.....	75
7.1. Caracterização da amostra	75
7.1.2. Estatística descritiva	76
7.2. Isolamento térmico	78
7.3. Fichas de Observação	79
8. Discussão	80
8.1. Dados da amostra	80
8.2. Sintomatologia.....	82
8.3. Avaliação subjetiva.....	83
8.3.1. Isolamento térmico	86
8.3.2. Voto Médio Estimado (PMV) subjetivo.....	87
8.3.2.1. PMV subjetivo vrs PMV subjetivo_05	87
8.3.3. Percentual de pessoas insatisfeitas PPD	89
8.4. Análise particular de índices	90
8.5. Ficha de observação	90
9. Conclusão.....	91
Referências Bibliográficas	94
Apêndice.....	99
Anexo	107
Anexo I - Questionário	107
Anexo II - Ficha de Observação.....	111

Índice de Tabelas

<i>Tabela 1: Resistência térmica do vestuário (clo) a diferentes níveis de resistência ao fluxo de calor (m².°C/W, clo) (Fonte: Guimarães, 2004).....</i>	<i>20</i>
<i>Tabela 2: Valores de metabolismo para várias atividades (fonte ISSO 7730:2005).....</i>	<i>21</i>
<i>Tabela 3: Escalas de Sensação, (Silva,2010).</i>	<i>39</i>
<i>Tabela 4: Escala Subjetiva considerada (ISO 10551 (2001).</i>	<i>40</i>
<i>Tabela 5: Principais contaminantes e poluentes em ambientes interiores de escritórios, (Agência Portuguesa do Ambiente (APA)).</i>	<i>49</i>
<i>Tabela 6: Fontes mais comuns da proveniência dos poluentes, (Agência Portuguesa do Ambiente (APA)).....</i>	<i>49</i>
<i>Tabela 7: Normais climatológicas – Temperatura do ar e precipitação de Portugal, Silva 2010).</i>	<i>53</i>
<i>Tabela 8: Médias (M), Desvios-padrão (DP) e valores mínimos e máximos observados da altura, peso dos sujeitos no geral.</i>	<i>75</i>
<i>Tabela 9: Frequências Absolutas (ni) e Relativas (fi) referentes ao Período de trabalho dos participantes.</i>	<i>76</i>
<i>Tabela 10: Frequências Absolutas (ni) e Relativas (fi) da variável “Sintomatologia” na época quente.....</i>	<i>76</i>
<i>Tabela 11: Médias (M), Desvios-padrão (DP) e valores mínimos e máximos observados do “Ambiente” no geral.....</i>	<i>77</i>
<i>Tabela 12: Frequências Absolutas (ni) e Frequências Relativas (fi) do “ambiente térmico” por época e no geral.....</i>	<i>77</i>
<i>Tabela 13: Frequências Absolutas (ni) e Relativas (fi) dos item 8 (Ambiente) no geral (época Quente).</i>	<i>77</i>
<i>Tabela 14: Frequências Absolutas (ni) e Relativas (fi) do item 9 (Ambiente) no geral.....</i>	<i>78</i>
<i>Tabela 15: Frequências Absolutas (ni) e Relativas (fi) do item 10 (Ambiente) no geral.....</i>	<i>78</i>
<i>Tabela 16: Frequências Absolutas (ni) e Relativas (fi) do item 9 (Ambiente) no geral.....</i>	<i>78</i>
<i>Tabela 17: Características dos edifícios e instalações de ventilação /climatização.</i>	<i>79</i>
<i>Tabela 18: Estatística.</i>	<i>99</i>
<i>Tabela 19: Estatística do da Altura e Peso.....</i>	<i>99</i>
<i>Tabela 20: Frequências relativas da Idade.....</i>	<i>99</i>
<i>Tabela 21: Frequências relativas do Género.</i>	<i>100</i>
<i>Tabela 22: Frequências relativas da Altura.</i>	<i>100</i>
<i>Tabela 23: Frequências relativas do Peso.</i>	<i>101</i>
<i>Tabela 24: Frequências relativas do Período de trabalho.....</i>	<i>102</i>
<i>Tabela 25: Frequências relativas da Área de trabalho.</i>	<i>103</i>
<i>Tabela 26: Frequências relativas do Local de trabalho.</i>	<i>103</i>
<i>Tabela 27: Frequências relativas dos Sintomas.....</i>	<i>104</i>
<i>Tabela 28: Estatística do Ambiente.....</i>	<i>104</i>
<i>Tabela 29: Frequências relativas como o trabalhador sente-se no momento.</i>	<i>105</i>
<i>Tabela 30: Frequências relativas do ambiente no posto de trabalho.....</i>	<i>105</i>
<i>Tabela 31: Frequências relativas de como o trabalhador preferia estar.....</i>	<i>105</i>
<i>Tabela 32: Frequências relativas da opinião do trabalhador de como ambiente térmico é.....</i>	<i>106</i>

Índice de figuras

<i>Figura 1: PMV/PPD Subjetivo, Parsons 2003, (Silva, 2016).</i>	16
<i>Figura 2: Diferentes mecanismos de troca de calor que afetam o balanço térmico no corpo humano.</i>	27
<i>Figura 3: PMV/PPD (%).</i>	36
<i>Figura 4: Padrões da ISO para avaliação térmica ambiental, de acordo com Parsons, (Silva, 2010).</i>	41
<i>Figura 5: Normais climatológicas – Vento (Silva, 2010)</i>	51
<i>Figura 6: Normais climatológicas – Temperatura do ar e precipitação de Portugal (Silva, 2010).</i>	52
<i>Figura 7: Distribuição dos Principais Tipos de Clima no Mundo, (http://www.citi.pt/citi_2005_trabs/antonio_carvalho/Climas.htm).</i>	54
<i>Figura 8: Classificação Climática de Köppen - Geiger para Angola, (Esteves, 2009).</i>	55
<i>Figura 9: Variação da Temperatura média ao longo do ano em Luanda, (Esteves, 2009).</i>	57
<i>Figura 10: Variação da Temperatura média mensal e horária ao longo do ano em Luanda, (Esteves, 2009).</i>	57
<i>Figura 11: Temperatura média horária em Luanda para os dois períodos do ano, (Esteves, 2009).</i>	58
<i>Figura 12: Variação da Humidade Relativa média mensal ao longo do ano para Luanda, (Esteves, 2009).</i>	59
<i>Figura 13: Variação da Humidade Relativa média de Luanda para dois períodos estacionais, (Esteves, 2009).</i>	59
<i>Figura 14: Variação da Precipitação e da Temperatura média mensal ao longo do ano para Luanda, (Esteves, 2009).</i>	60
<i>Figura 15: Mapa de Angola e, a área de exploração do gás natural do Projeto da Angola LNG, (http://www.wikipedia.org/wiki/Angola_LNG).</i>	61
<i>Figura 16: Fachada frontal do Escritório da SOMG no Soyo (foto fornecido por um dos trabalhadores da SOMG).</i>	61
<i>Figura 17: Fachada frontal do Escritório da LNG & SOMG (foto fornecido por um dos trabalhadores).</i>	62
<i>Figura 18: Interior do escritório de Luanda, (Foto fornecida por um dos trabalhadores, da SOMG).</i>	62
<i>Figura 19: Interior do escritório do Soyo, Foto fornecida por um dos trabalhadores, da SOMG.</i>	63
<i>Figura 20: Trabalhador da área de operações (http://www.wikipedia.org/wiki/Angola_LNG).</i>	63
<i>Figura 21: Trabalhadores de SST/HES na estação de válvulas, (http://www.wikipedia.org/wiki/Angola_LNG).</i>	64
<i>Figura 22: Panorama da Baía de Luanda, (https://pt.wikipedia.org/wiki/Luanda).</i>	65
<i>Figura 23: Imagem de Satélite com a localização da fábrica da Angola LNG, na Base do Kwanda e identificação da área da Base do Kwanda encontram-se sublinhados a amarelo.</i>	66
<i>Figura 24: Imagem de Satélite da Base do Kwanda e foto (http://www.wikipedia.org/wiki/Angola_LNG) do percurso do gasoduto da Angola LNG.</i>	67
<i>Figura 25: Fluxograma da Metodologia de pesquisa de campo.</i>	70
<i>Figura 26: Fluxograma da análise de avaliação do conforto.</i>	71
<i>Figura 27: Representação gráfica número de trabalhadores por sexo.</i>	80
<i>Figura 28: Representação gráfica de número de trabalhadores por Idade.</i>	81
<i>Figura 29: Representação gráfica de número de trabalhadores por período de trabalho.</i>	81
<i>Figura 30: Representação gráfica de número de trabalhadores por local de trabalho.</i>	82
<i>Figura 31: Representação gráfica de número de trabalhadores por área de trabalho.</i>	82
<i>Figura 32: Representação gráfica de sintomatologia em relação a qualidade do ar interior.</i>	83
<i>Figura 33: Representação gráfica da questão como o trabalhador sente-se no momento em que foi questionado.</i>	84
<i>Figura 34: Representação gráfica da questão do âmbito estimativo.</i>	84
<i>Figura 35: Representação gráfica da questão do item 10 do âmbito preferência.</i>	85

<i>Figura 36: Representação gráfica de como o trabalhador julga o ambiente térmico no seu posto de trabalho.....</i>	<i>85</i>
<i>Figura 37: Representação gráfica da opinião do trabalhador de como o ambiente térmico é.</i>	<i>86</i>
<i>Figura 38: Representação gráfica do vestuário de verão dos trabalhadores.....</i>	<i>87</i>
<i>Figura 39: Gráfico PMV subjetivo.....</i>	<i>88</i>
<i>Figura 40: Gráfico PMV subjetivo_05.....</i>	<i>88</i>
<i>Figura 41: Gráfico PPD Geral.....</i>	<i>90</i>
<i>Figura 42: Representação gráfica de percentagem da Altura.....</i>	<i>101</i>
<i>Figura 43: Representação gráfica da percentagem do Peso.</i>	<i>102</i>
<i>Figura 44: Desenho do croqui, fornecido pelo chefe de departamento de HES, da SOMG.....</i>	<i>113</i>

Introdução

O conforto térmico é relacionado as sensações humanas no campo subjetivo e depende de fatores físicos, fisiológicos e psicológicos. Os fatores físicos determinam as trocas de calor do corpo com o meio, os fatores fisiológicos referem-se a alterações na resposta fisiológica do organismo, resultantes da exposição contínua a determinada condição térmica e os fatores psicológicos, que são aqueles que se relacionam às diferenças na percepção e na resposta a estímulos sensoriais ao ambiente.

É cada vez maior a preocupação com as condições de conforto térmico laboral e habitacional nos países considerados desenvolvidos, porque este é um fator fundamental para a saúde e bem-estar das pessoas, tendo em conta o tempo prolongado que estas passam encerradas dentro de edificações.

Os autores Lamberts & Xavier (2002) afirmam que a importância do estudo em conforto térmico está baseada, principalmente, em três objetivos: a satisfação do Homem (ou o seu bem – estar em se sentir termicamente confortável), a performance humana (as atividades intelectuais, manuais e percetivas) e a conservação de energia (as pessoas passam grande parte do tempo em ambientes com ar – condicionado). A satisfação dos utilizadores de edifícios está intrinsecamente ligada ao gosto de frequentar e permanecer em determinado ambiente, condição fundamental na perspetiva da criação de um adequado local de trabalho.

A metodologia mais admitida internacionalmente para avaliação do conforto térmico assentou-se na adaptação psicológica e em 30 – 40% na previsão de votos do conforto (De Dear), a metodologia adaptativa considera o homem como um agente ativo, que interage com o ambiente em resposta a questionários das suas sensações e preferências térmicas. Esta abordagem resultou nos estudos de conforto térmico realizados nos USA, Reino Unido, Japão e outros, nas pesquisas de campo e em situação real de cotidiano, com pessoas a desempenharem as suas atividades em locais de trabalho.

1. Enquadramento teórico

1.1. Conforto térmico

De acordo com a *American Society of Heating Refrigeration and Air Conditions* (ASHRAE Standard 55), o conforto térmico é definido como “a condição da mente que expressa satisfação com o ambiente térmico”. Este estado é obtido quando um indivíduo está numa condição de equilíbrio com o ambiente que o rodeia, o que significa que é possível a manutenção da temperatura dos tecidos constituintes do corpo, num domínio de variação restrito, sem que haja um esforço sensível. Esta é a situação ideal, que corresponde a um ambiente neutro ou confortável. Fora deste ambiente pode haver alterações fisiológicas no ser humano.

1.1.1. Ambiente térmico de trabalho

O ambiente de trabalho é constituído por fatores físicos e climáticos que estão presentes e envolvem o local de trabalho influenciando a qualidade de vida do trabalhador. A resposta ao ambiente térmico depende de fatores que são fundamentais para a sensação de conforto: fatores ambientais (temperatura do ar, temperatura das superfícies circundantes, velocidade e humidade do ar), fatores fisiológicos (circulação sanguínea ligado ao isolamento térmico do vestuário e a carga de trabalho) e fatores subjetivos (preferências térmicas). A arquitetura (forma, orientação solar das fachadas, aberturas, tipos de materiais, divisórias internas, iluminação e outros) que influenciam os fatores ambientais.

A saúde, a satisfação, a segurança e a produtividade são requisitos que estão diretamente ligados a um ambiente de trabalho saudável. A satisfação de todos indivíduos num determinado ambiente térmico é praticamente impossível devido à variação biológica entre as pessoas, buscando-se sempre criar condições de conforto nas quais a maior percentagem das pessoas estejam em conforto térmico.

Para melhor enquadrar o nosso estudo, apresenta-se o esquema de Parsons (2003), que resume os vários intervalos de estudo em ambiente térmico, com os índices mais relevantes, utilizados atualmente:

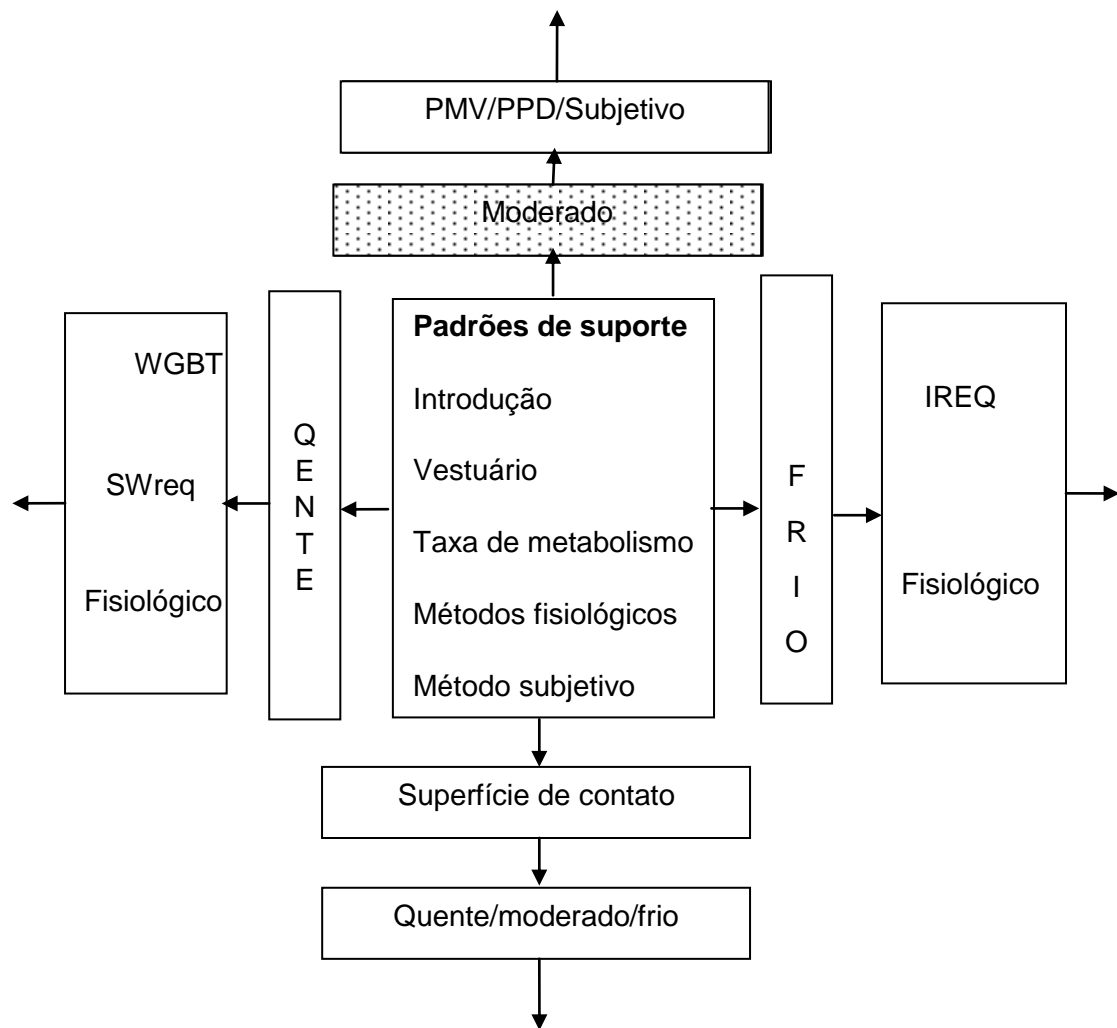


Figura 1: PMV/PPD Subjetivo, Parsons 2003, (Silva, 2016).

Foi importante, definir pelo menos três intervalos de estudo nesta área: ambientes térmicos quentes, moderados e frios. O nosso estudo abordou o intervalo dedicado aos ambientes térmicos moderados. Em substituição a ambientes térmicos moderados, utiliza-se a expressão “conforto térmico” ou “neutralidade”. Um ambiente é considerado termicamente neutro quando a produção de calor metabólico é equilibrada pelas perdas de calor sensível (convecção, radiação, condução), pelas perdas de calor respiratório, sem que o indivíduo tenha necessidade de lutar contra o calor e o frio. A produção de calor metabólico equilibra-se também com a produção de calor latente (transpiração, dissipação de calor através da pele).

Como o corpo humano é um sistema termodinâmico, que produz calor e interage continuamente com o ambiente para alcançar o balanço térmico, existe uma constante troca de calor entre o corpo e o meio, regidas pelas leis da física e influenciadas pelos mecanismos de adaptação fisiológica, condições ambientais e fatores individuais. A

sensação de conforto térmico está diretamente relacionada ao esforço realizado pelo organismo para manter o balanço térmico e assim sendo, se faz necessário conhecer a termorregulação humana e o balanço térmico do corpo humano, Lamberts (Xavier et al, 2016).

1.2.1. Adaptação

A adaptação é definida como a diminuição gradual da resposta do organismo à repetida estimulação ambiental. Foram definidos três tipos de adaptação: a comportamental, a fisiológica e a psicológica, (Dear & Brager, 1998):

- **A adaptação comportamental** consiste em todas as adaptações para restabelecer o equilíbrio de calor humano e pode ser definida em três categorias:
 - Pessoal: quantidade de roupa usada, a circulação sanguínea, bem como a quantidade/qualidade de alimentos e bebidas ingeridas;
 - Técnico: janelas operáveis, botões, ventiladores manuseados pelo trabalhador existentes no local e controlo pessoal;
 - Cultural/organizacional: horários de trabalho modificados, códigos de fardamento (flexíveis ou não);
- **A adaptação fisiológica** é considerada como sendo a resposta do organismo a uma determinada situação microclimática em situações ambientais de calor e frio e, os parâmetros para a determinação do esforço fisiológico, a atividade que condiciona a produção interna de calor metabólico, e a resistência da roupa, que condiciona as trocas térmicas com o ambiente;
- **A adaptação psicológica** é a considerada por meio de respostas subjetivas e percepção térmica, e é diretamente atenuada por sensações e expectativas em relação ao clima interno. Este tipo de adaptação pode ser comparada a preferência, exposição repetida ou crónica, que conduz uma diminuição da intensidade de sensação térmica, em relação a resposta anterior.

A adaptação tem pouca influência na preferência da temperatura do ambiente, porém, em ambientes desconfortáveis, quentes ou frios, a adaptação influencia. Pessoas que trabalham e vivem em climas quentes poderão facilmente aceitar e manter um desempenho melhor no trabalho em ambientes quentes do que pessoas de climas frios (ASHRAE, 2001).

1.2.2. Variáveis que influenciam na sensação de conforto térmico

A sensação de conforto térmico depende de variáveis pessoais e variáveis ambientais para avaliação do conforto térmico. As variáveis humanas são avaliadas pelo tipo de atividade exercida pelo trabalhador e o isolamento do vestuário usado no local de trabalho, são classificadas normalmente a partir de tabelas normalizadas, e correspondem às taxas metabólicas e ao isolamento térmico do vestuário das pessoas, obtidos durante as avaliações, (Olesen,1982). Para as variáveis ambientais, o indicador mais comumente usado em conforto térmico é a temperatura do ar e as pessoas têm facilidade em identificá-lo, mas também de outros três parâmetros como: temperatura média radiante, velocidade do ar e humidade relativa.

1.2.2.1. Variáveis ambientais

➤ **Temperatura do ar**

A temperatura do ar é naturalmente aquela ao redor do corpo humano ou trabalhador (Xavier, 1999). Essa variável é levada em consideração nos estudos de conforto térmico para se determinar a troca de calor por convecção entre as pessoas e o ambiente ao redor. A sensação de conforto baseia-se nas perdas de calor do corpo em função das diferenças de temperatura entre a pele e o ar, complementadas pelos outros mecanismos termorreguladores.

➤ **Humidade relativa do ar**

A humidade relativa é a concentração de vapor de água que existe no ar à temperatura do ar e à mesma pressão e é, geralmente expressa como humidade relativa do ar. Quanto maior a humidade relativa, menor será a perda de energia sob a forma de calor do ser humano por evaporação. Uma temperatura confortável é quase impossível de alcançar, quando a humidade relativa é elevada. A elevada humidade relativa também leva ao crescimento de fungos e bactérias. Por esta razão a ASHRAE recomenda que a humidade relativa seja mantida abaixo de 60%.

➤ **Temperatura radiante média**

A temperatura radiante média representa a temperatura uniforme de um ambiente imaginário no qual a troca de calor por radiação é igual ao ambiente real não uniforme. É uma temperatura média das superfícies envolventes.

Na análise global, apesar de a temperatura do ar ser facilmente controlada, o nível de conforto muda consideravelmente durante o período de ocupação. Esta mudança ocorre por causa da variação média da temperatura radiante durante o dia. Esta temperatura pode medida medida pela utilização de um termómetro de globo negro.

➤ **Velocidade do ar**

Em ambientes térmicos, a velocidade do ar, é considerada a magnitude do vetor velocidade do fluxo de ar no ponto de medição, também é uma variável facilmente entendida pelos trabalhadores. O movimento do ar em locais quentes e húmidos pode aumentar a perda de calor por convecção, sem qualquer mudança na temperatura do ar devido à sua participação na transferência de calor por convecção e por evaporação nos trabalhadores (Xavier, 1999). Quando o ar desloca-se por meios mecânicos, o coeficiente de convecção aumenta, aumentando a sensação de perda de calor (convecção forçada). O ar a circular a uma velocidade superior parecerá mais frio, afirmou Carvalho (2006). A sensibilidade a correntes de ar é maior quando a pele não está protegida por vestuário, especialmente na zona da cabeça (composta por cabeça, pescoço e ombros) e na zona das pernas (composta pelos tornozelos, pés e pernas).

1.2.2.2. Variáveis humana

➤ **Isolamento térmico do vestuário**

O vestuário é uma barreira ou camada de isolamento que impede ou atrasa a troca de calor entre a superfície da nossa pele e o ambiente envolvente, assumindo um papel essencial na sensação de conforto ou desconforto térmico. O papel do vestuário é manter o corpo num estado térmico aceitável, em ambientes distintos, (Parsons, 1993).

Na prática, segundo salientou Silva, (2010), o isolamento térmico está relacionado com à resistência térmica da roupa (vestuário) que o trabalhador usa e a atividade física que desempenha, relacionada com o calor gerado pelo metabolismo. Por isso, há necessidade de utilização de vestuários adequados para determinada atividade.

A roupa é uma causa potencial de desconforto térmico mas também pode ser considerada um controlo para eventuais variações. Porém, para que exista essa possibilidade é necessário que a roupa ou o uniforme distribuído aos trabalhadores tenha sido estudado face às características da atividade do trabalhador e do local

onde este executa as suas tarefas, sejam elas efetuadas em zonas conhecidas ou extremas, (Silva, 2010).

As pessoas costumam trocar de roupa de acordo com a temperatura exterior, isto é, as pessoas escolhem as roupas mais para o exterior do que para o clima de interior. Na prática, as mulheres, tendem a adaptar a sua roupa mais à temperatura exterior do que os homens e, além disso, as pessoas são diferentes, não só na escolha das suas roupas mas também nas respostas térmicas.

O isolamento do vestuário é expresso numa unidade designada 'clo'. Um 'clo' corresponde a $0,155 \text{ m}^2 \cdot ^\circ\text{C} \cdot \text{W}^{-1}$ (ISO 7730, 2005). Como não é prático medir diretamente o isolamento de roupa, na maior parte de estudos de conforto térmico, geralmente estimava-se esses valores, usando tabelas de isolamento de roupa já desenvolvidas. (Silva, 2010).

Tabela 1: Resistência térmica do vestuário (clo) a diferentes níveis de resistência ao fluxo de calor ($\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C} / \text{W}$, clo) (Fonte: Guimarães, 2004).

Vestuário	clo	$\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C} \cdot \text{W}^{-1}$
Corpo nu	0	0
Shorts, tronco nu	0,1	0,016
Vestuário tropical (shorts, t-shirt, meias, sandálias)	0,3	0,047
Roupas leves de verão	0,5	0,078
Vestuário normal	0,9	0,1395
Roupas de inverno em ambiente interno	1	0,155
Vestuário padrão	1	0,155
Roupas de inverno em ambiente frios	3	0,465
Fato de trabalho com casaco	0,6	0,93

➤ Atividade

O homem como animal homeotérmico para manter a temperatura corporal constante, independente da temperatura externa, utiliza oxigénio e alimento para produzir energia. Através da energia, o corpo humano é capaz de realizar atividades e produzir calor para a regulação da sua temperatura interna Silva, (2010). Segundo o autor, o desempenho no trabalho está diretamente relacionado com a produção metabólica de calor, uma vez que, aumentando o nível de atividade, mais calor o corpo produz e, por conseguinte o ritmo a que esta produção ocorre é designado por metabolismo. De acordo com mesmo autor, a taxa metabólica mede a carga energética dos músculos e expressa a quantidade de oxigénio que o organismo utiliza

para desempenhar tal atividade. O conhecimento da taxa metabólica é necessário para medir a produção metabólica de calor, uma vez que o excedente de energia empregado no trabalho mecânico é dissipado na forma de energia térmica, (Parsons, 2001). Segundo Parsons (2001), do total de energia produzida pelo corpo, só 20% são utilizados, os restantes 80% são dissipados para o ambiente. A unidade que expressa a taxa metabólica é o 'met'. O valor de 1 met corresponde à energia produzida por unidade de área superficial do corpo para uma pessoa sentada, e em repouso.

Tabela 2: Valores de metabolismo para várias atividades (fonte ISSO 7730:2005)

Tipo de atividade	Metabolismo (W/pessoa)	Metabolismo (met)	Metabolismo (W.m ⁻²)
Deitado	85	0,8	47
Sentado, em repouso	104	1,0	58
Atividade sedentário (escritório, escola)	126	1,2	70
De pé, atividade leve	167	1,6	93
De pé, atividade média	210	2,0	117
Atividade pesada	315	3,0	175

Conforme ASHRAE (2001), pode definir-se um 'met' como sendo um múltiplo da taxa metabólica em repouso considerando a área superficial aproximada de um adulto médio igual a 1,8 m² ou seja 1 met é igual a 58,1 W.m⁻². O nível de atividade (ou 'met') é medido em termos de escala metabólica. A ISO 8996 (2004) apresenta métodos para a determinação da produção metabólica de calor em três níveis de precisão:

- O nível I baseado em tabelas que estimam a atividade realizada;
- O nível II parte da medição da taxa de batimentos cardíacos;
- O nível III mede o consumo de oxigénio e produção de dióxido de carbono.

O metabolismo não é mais do que o conjunto de processos bioquímicos que ocorrem no organismo quando este cria tecido vivo, a partir de substâncias nutritivas básicas e as transforma em energia (Rodrigues, 2007). Estes processos bioquímicos resultam de atividades involuntárias suficientes para o funcionamento mínimo dos órgãos do organismo. Quando o organismo está em repouso físico e intelectual, o metabolismo designa-se por metabolismo basal (M_B), (Rodrigues, 2007). Este deverá ser determinado a uma temperatura do ar de 20°C, em jejum, e após alguns instantes

do despertar matinal. Nestas condições, designa-se por taxa metabólica basal, a energia produzida pelo organismo humano, por oxidação e por unidade de tempo (Rodrigues, 2007). O organismo humano pode ser comparado a uma "máquina térmica", a qual gera calor quando executa algum trabalho, evidenciou Xavier (1999). É por vasoconstrição e vasodilatação que o corpo regula a distribuição de sangue, para controlar a temperatura da pele e aumentar ou diminuir a perda de calor para o ambiente. Durante o exercício ou trabalho, o excesso de calor produzido é transportado para a superfície do corpo através do sangue, onde as temperaturas mais elevadas da pele aumentam a perda de calor por convecção e radiação.

O calor gerado pelo organismo deve ser dissipado em igual proporção ao ambiente, a fim de que não se eleve, nem diminua, a temperatura interna do corpo. Como o homem é um animal homeotérmico, isto é, deve manter a sua temperatura corporal praticamente constante, esses eventuais desequilíbrios (ocasionados entre a geração e a dissipação do calor pelo organismo) podem originar sensações desconfortáveis ou mesmo patologias em casos mais extremos, como por exemplo, o *stress* térmico, (Silva, 2010).

1.2.3. Fatores que afetam o conforto térmico

As sensações térmicas podem também ser entendidas como a componente da subjetividade do conforto térmico e podem influenciar as condições de conforto de cada indivíduo, dependendo das suas características pessoais, nomeadamente: sexo, idade, raça, hábitos alimentares, altura, peso, entre outras.

O metabolismo de pessoas mais idosas é mais lento e a taxa metabólica das mulheres é levemente mais lenta que a dos homens (Guimarães, 2004). Conforme a ASHRAE (2001), o metabolismo diminui levemente com a idade. Estudos realizados nos Estados Unidos e Dinamarca com grupos de idades diferentes (média de 21 e 84 anos) revelaram que os ambientes térmicos preferidos por pessoas idosas não diferem daqueles preferidos por pessoas mais jovens, porém o fato de elas preferirem os mesmos ambientes não significa que tenham a mesma sensibilidade para o frio e calor. Quanto ao sexo, experiências mostraram que homens e mulheres preferem também quase os mesmos ambientes térmicos, porém as mulheres muitas vezes, têm preferência por ambientes com temperaturas mais elevadas, o que pode ser explicado pelo tipo de vestuário normalmente usado pelos homens. (ASHRAE, 2001).

1.2.3.1 Bem-estar

O ambiente térmico pode ser confortável para uma determinada pessoa e ao mesmo tempo desconfortável para outra. A avaliação do ambiente de trabalho é muito importante, porque pode proporcionar aos trabalhadores condições apropriadas para exercerem as suas atividades com maior eficiência, assegurando o bem – estar e maiores rendimentos no trabalho.

O conceito de bem-estar é difícil de determinar no que diz respeito ao conforto térmico, significa não sentir calor nem frio. Fanger (1970) ressalta que a razão de se criar condições de conforto térmico, reside no “desejo do homem sentir termicamente confortável”, ou seja satisfação humana.

1.3. Termorregulação humana

O corpo humano é um sistema termodinâmico, que produz calor e interage continuamente com o ambiente para alcançar o balanço térmico, mantém um equilíbrio de calor através de mecanismos reguladores internos que lhes permitem considerar a sua temperatura basal a 36,8 °C, com variação em torno de 0,5 °C. Alterações a esta temperatura podem causar distúrbios fisiológicos. Para que esteja apto a desempenhar suas atividades, de acordo com os autores, Lamberts (Xavier et al, 2016), o funcionamento do corpo humano é a condição na qual o mesmo se encontra que podem ser subdivididas em duas categorias: Atividades basais internas, que são aquelas independentes de nossa vontade e suficientes para fazer com que os órgãos de nosso corpo funcionem de forma satisfatória, e as atividades externas, que são aquelas realizadas conscientemente pelo homem através de seu trabalho ou atividade desempenhada.

O calor gerado pelo organismo pode variar de 100W a 1000W, uma parte desse calor gerado é necessário para o funcionamento fisiológico do organismo e a outra parte é gerada melhor desempenho das atividades externas, sendo que essa geração deve ser dissipada para que não haja um superaquecimento do corpo, já que o mesmo é homeotérmico, Lamberts (Xavier et al, 2016).

Se o balanço de todas as trocas de calor a que está submetido o corpo humano for nulo e, a temperatura da pele e o suor estiverem dentro de certos limites, poder-se-á afirmar que o Homem se encontra numa situação de conforto térmico, condições necessárias mas não suficientes para uma caracterização pormenorizada. Uma vez que os mecanismos de termorregulação do organismo têm como finalidade essencial

a manutenção de uma temperatura interna constante, é evidente que tem de existir um equilíbrio entre a quantidade de calor gerado no corpo e a sua transmissão ao meio ambiente, (Silva, 2010). Segundo Fanger (1970), a primeira condição para que uma pessoa esteja em conforto térmico, é que a mesma se encontre em balanço térmico, ou seja, todo o calor gerado pelo organismo deverá ser transferido na mesma proporção ao ambiente, através de perdas por convecção, radiação e evaporação (três mecanismos essenciais de troca térmica do corpo humano com o ambiente), salientando também a eventual condução através das roupas ou outras superfícies de contato.

1.3.1. Mecanismos de troca térmica do corpo humano com o ambiente

O mecanismo termorregulador do organismo tem como objetivo a manutenção da temperatura corporal mantendo-a constante. Teoricamente, segundo vários estudos, um organismo exposto por longo tempo a um ambiente térmico moderado tenderá a um equilíbrio térmico de acordo com este ambiente, ou seja, a produção de calor produzida pelo metabolismo, será igual à perda de calor do mesmo para o ambiente, através de diversas formas de transferência de calor.

➤ **Condução**

A condução é um processo de transferência de energia sob a forma de calor de um material para outro ou entre um corpo frio para outro quente por contato direto. Na prática, as trocas ocorrem entre a pele e o vestuário, o calçado, os pontos de pressão, as ferramentas, e entre outras superfícies de contato, (Duarte, 2006).

➤ **Convecção**

O processo de remoção de calor por convecção depende da diferença entre a temperatura do ar, do sistema corpo-roupa e da velocidade do ar. Ocorre quando o ar apresenta temperatura inferior à do corpo e o corpo transfere calor pelo contato com o ar frio circundante. O aquecimento do ar provoca o seu movimento ascensional. À medida que o ar quente sobe, o ar frio ocupa o seu lugar, completando-se, assim, o ciclo de convecção. Se a temperatura do ar for mais elevada do que a da superfície do corpo, o ar cederá calor para o corpo, invertendo-se o mecanismo. A convecção depende da diferença entre a temperatura da pele e do ar no ambiente.

Na prática, segundo a opinião de (Vogt, 2001 e Duarte, 2006), se a temperatura da pele for maior do que a temperatura do ar, o ar em contato com a pele é aquecido e, portanto, move-se para cima, isto estabelece um fluxo de ar, conhecido como convecção natural na superfície do corpo, daí que uma das funções da roupa que vestimos é justamente dificultar as correntes de convecção, as quais ocasionariam perdas de calor.

➤ **Radiação**

É o processo pelo qual a energia radiante é transmitida da superfície quente para a fria por meio de ondas eletromagnéticas que ao atingirem a superfície fria, transformam-se em calor. A energia radiante é emitida continuamente por todos os corpos que estão a uma temperatura superior a zero absolutos. Isto equivale dizer que uma pessoa num ambiente está continuamente a emitir e receber energia radiante e o diferencial entre a energia recebida e a emitida é que define se o corpo é aquecido ou arrefecido por radiação. Dessa forma, se a temperatura das paredes de um ambiente for inferior à da pele de um homem, este perderá calor por radiação. Se as paredes estiverem mais quentes que a pele, a temperatura do corpo aumentará por efeito da radiação. A radiação térmica não depende do ar ou de qualquer outro meio para se propagar. A quantidade de energia radiante, emitida por um corpo, depende da sua temperatura superficial.

➤ **Evaporação**

A evaporação consiste na perda de calor através da evaporação do líquido a partir do corpo. Quando as condições ambientais fazem com que as perdas de calor do corpo humano por convecção e radiação, não sejam suficientes para regular a sua temperatura interna, o organismo intensifica a atividade das glândulas sudoríparas e perde calor pela evaporação da humidade (suor) que se forma na pele. Simultaneamente à transpiração ocorre a evaporação do suor, esse é um fenómeno endotérmico, isto é, para ocorrer precisa de calor cedido pelo corpo. Do seu estudo, Silva (2010), declarou que um líquido evaporado sobre uma superfície quente extrai calor dessa superfície, evidentemente arrefecendo-a. É fundamental que as condições ambientais favoreçam estas perdas, uma vez que, aproximadamente 25% da energia térmica gerada pelo organismo é eliminada sob a forma de calor latente (10% pela respiração e 15% pela transpiração).

A medida que a temperatura aumenta, dificulta as perdas de calor por convecção e radiação, o organismo aumenta a sua eliminação por evaporação. Quanto maior for

a humidade relativa, menor será a eficiência da evaporação na remoção do calor, o que demonstra a importância de uma ventilação adequada.

1.3.2. Equação do balanço térmico

Quando os alimentos absorvidos pelo homem se combinam com o oxigénio, começa-se a gerar a energia essencial ao funcionamento dos diversos órgãos do corpo que permite a ação involuntária dos órgãos internos, como: a circulação de sangue, a respiração, a secreção interna de glândulas, a formação de suor e ainda a formação dos tecidos do corpo. Este processo designa-se por metabolismo. É devido a este processo que o corpo humano gera continuamente calor. Quando realiza uma qualquer atividade com contração de músculos para realização de trabalho, parte da energia metabólica produzida é consumida na realização de trabalho, (Duarte, 2006).

Para uma determinada atividade, o metabolismo depende da idade, do sexo, da altura, do peso e ainda das condições para as quais é exercida a atividade. É possível determinar o metabolismo com precisão a partir do conhecimento do consumo de oxigénio, contudo, para o cálculo do conforto térmico, é usual recorrer-se a valores tabelados de produção de energia metabólica.

A produção de calor interno no corpo tem de ser compensada com perdas de calor para o ambiente, caso contrário a temperatura do corpo não se mantém estável. Quando a perda de calor é maior que a produção de calor, a temperatura interna do corpo diminui. Quando a perda de calor é menor que a produção de calor, a temperatura interna do corpo aumenta. Para melhor compreensão, observou-se a figura 2, que representa os diferentes mecanismos de troca de calor, (Duarte, 2006).

O equilíbrio térmico é essencial para a vida humana e é obtido quando a quantidade de calor produzida no corpo é igual à quantidade de calor cedida para o ambiente através da pele e da respiração, pelas diversas formas de transferência de calor, referidas anteriormente. A transferência de calor pode ocorrer através de convecção (C), condução (K), evaporação (E) e radiação (R). A combinação destes quatro mecanismos de transferências de calor pode ocorrer em duas situações: (1) produção de calor pelo metabolismo (M), isto é, um ganho de calor no corpo e (2) perda de calor (sk) que acontece através da respiração (res) e pela pele de maneira sensível e latente. O calor produzido corresponde à diferença entre a taxa de metabolismo e o trabalho mecânico realizado, ASHRAE (1997).

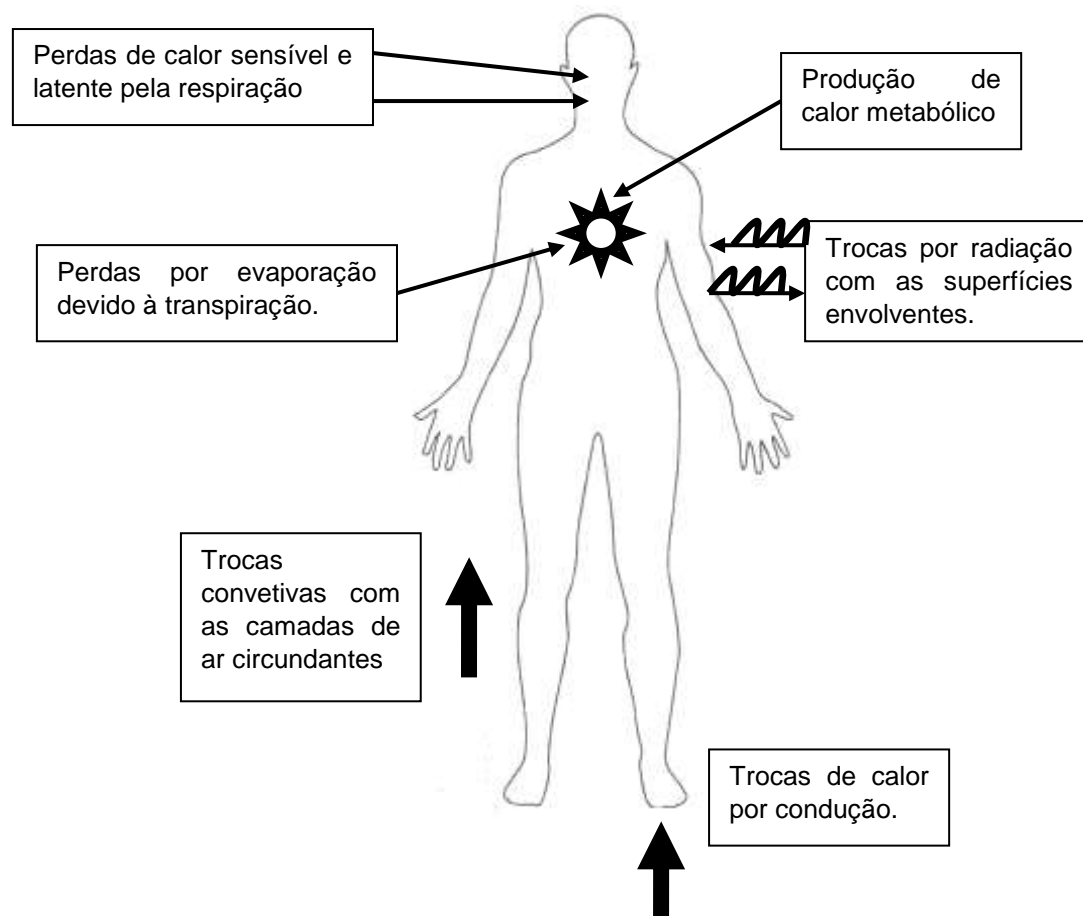


Figura 2: Diferentes mecanismos de troca de calor que afetam o balanço térmico no corpo humano.

De acordo com a ASHRAE (1997), o balanço térmico pode ser traduzido na expressão apresentada, pela seguinte equação (1.1):

$$M - W = Q_{sk} + Q_{res} = (C + R + E_{sk}) + (C_{res} + E_{res}) \quad (1.1)$$

Esta equação é apelidada de *Equação do balanço de energia ou balanço térmico*, onde:

M = taxa metabólica de produção de calor, ($\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$);

W = trabalho externo, ($\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$);

Q_{sk} = taxa total de perda de calor pela pele, ($\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$);

Q_{res} = taxa total de perda de calor através da respiração, ($\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$);

$C+R$ = perda de calor sensível pela pele (convecção + radiação), ($W.m^{-2}$);

E_{sk} = taxa de perda de calor total por evaporação na pele, ($W.m^{-2}$);

C_{res} = taxa de perda de calor latente por convecção, através da respiração ($W.m^{-2}$);

E_{res} = taxa de perda de calor latente por evaporação, através da respiração ($W.m^{-2}$);

Todos os termos da equação acima apresentada são dados em termos de energia por unidade de área e os mesmos referem-se à área da superfície do corpo nu. Uma expressão convencional para o cálculo dessa área, é dada por Fanger (1970) através da equação da área de DuBois (1.2):

$$A_{Du} = 0,202.m^{0,425}.I^{0,725} \quad (1.2)$$

onde:

A_{Du} = área superficial do corpo nu, ou área de DuBois (m^2);

m = massa do corpo (kg);

I = altura do corpo (m).

Em condições normais de saúde e conforto, a temperatura do corpo humano mantém-se aproximadamente constante, próxima de 37°C, graças a um equilíbrio entre a produção interna de calor devida ao metabolismo e à perda de calor para o meio ambiente.

No conforto térmico baseia-se a regulação térmica em teorias de equilíbrio de calor em relação as temperaturas extremas (muito calor ou muito frio). Em edifícios de escritório é muito improvável que as temperaturas extremas existam e que estes fenómenos ocorram. Manter este equilíbrio de calor é a primeira condição para atingir uma sensação térmica neutra.

Cada indivíduo possui uma temperatura corporal neutra, descrita como aquela em que o mesmo não prefira sentir nem frio e nem calor no ambiente definido como neutralidade térmica e nem necessita utilizar o seu mecanismo de termorregulação. Quando compararmos a temperatura interna do corpo com a temperatura neutra, se pode apresentar as seguintes zonas de repostas fisiológicas e comportamentais, (Lamberts, Xavier et al, 2016):

- $t_{\text{corpo}} < t_{\text{neutra}}$ Ocorre neste caso o mecanismo de vaso constrição;
- $t_{\text{corpo}} < 35\text{ }^{\circ}\text{C}$ Ocorre a perda de eficiência (habilidade);
- $t_{\text{corpo}} < 31\text{ }^{\circ}\text{C}$ Esta situação de temperatura corporal é letal.

Para:

- $t_{\text{corpo}} > t_{\text{neutra}}$ Ocorre neste caso o mecanismo de vaso dilatação;
- $t_{\text{corpo}} > 37\text{ }^{\circ}\text{C}$ Inicia o fenômeno do suor;
- $t_{\text{corpo}} > 39\text{ }^{\circ}\text{C}$ inicia a perda de eficiência (habilidade);
- $t_{\text{corpo}} > 43\text{ }^{\circ}\text{C}$ Esta situação de temperatura corporal é letal.

2. Avaliação de conforto térmico

Lamberts (Xavier et al, 2016), ao estudar os aspetos relativos ao conforto térmico, encontrou duas abordagens diferentes e com prescrições distintas a respeito de como as condições microclimáticas de edificações podem ser administradas. A primeira, mais conhecida como estática, representa uma perspectiva analítica, da avaliação das sensações térmicas humanas e considera o Homem como recetor passivo do ambiente térmico. A segunda abordagem, conhecida como adaptativa, considera o homem como um agente ativo, que interage com o ambiente em resposta as suas sensações e preferências térmicas. As abordagens resultaram de dois grandes grupos de pesquisas realizadas nos estudos de conforto térmico, sendo a primeira realizada em câmaras climatizadas, chamada de modelo estático, e a segunda provenientes de estudos de campo, conhecida como modelo adaptativo.

2.1. Pesquisas em câmaras climatizadas

O estudo em câmaras climatizadas (Fanger, 1970) foram realizados no interior de um ambiente totalmente controlado pelo pesquisador, onde as variáveis ambientais, como as variáveis pessoais ou subjetivas, podiam ser manipuladas a fim de se encontrar a melhor combinação possível entre elas, tendo resultado em uma situação confortável. Fanger foi o principal representante da equação analítica de avaliação das sensações térmicas. Suas equações e métodos serviram de base para a elaboração de normas internacionais importantes como ISO e ASHRAE e forneceu indicadores para equação e cálculos matemáticos de conforto térmico conhecidos como PMV (*Predicted Mean Vote*) e PPD (*Predicted percentage dissatisfied*).

A utilização do modelo estático de Fanger posteriormente se tornou discutível, já que este analisa os limites confortáveis de temperatura como sendo “universais”, onde os efeitos de um determinado ambiente térmico ocorrem exclusivamente pelas trocas físicas de calor entre a superfície do corpo e o ambiente ou condições de conforto que seriam também aceitáveis em circunstâncias similares noutros locais, enquanto a manutenção da temperatura interna de um indivíduo necessita de certa resposta fisiológica, existindo também factores psicológicos que afectam a percepção de conforto (expectativas). (Lamberts et al., 2016).

“... Para dado nível de atividade, a temperatura média da pele (t_s) e a taxa de secreção do suor (E_{sw}) podem ser consideradas as únicas variáveis fisiológicas que influenciam no equilíbrio de calor na equação de conforto térmico...” (Fanger, 1970)

2.2. Pesquisas de campo

Depois de Fanger no Canada, pesquisas foram efetuadas nos USA, Reino Unido, Japão e em outros países. Muitos estudos não só foram realizados em câmaras climatizadas, mas também em situações reais do cotidiano, com pessoas a desempenhar as suas atividades em locais de trabalho. Nestas pesquisas de campo o pesquisador não interfere nas variáveis ambientais e pessoais, e as pessoas expressavam suas sensações e preferências térmicas de acordo com escalas favoráveis.

A partir desta avaliação térmica em ambientes reais, Humphreys (1976) propôs o modelo adaptativo, que supõe que um grupo de pessoas pode se adaptar diferentemente do local geográfico em que habitam, como uma forma de ajuste do corpo ao ambiente local. Segundo Humphreys (1976), a temperatura de conforto não é uma constante, e sim varia de acordo com a estação e as temperaturas as quais as pessoas estão acostumadas. O interesse dos pesquisadores no modelo adaptativo se deve por se identificar que os resultados obtidos em câmaras climatizadas divergem dos valores nos ambientes climatizados naturalmente e pela constatação de que a população parece aceitar um intervalo maior do que o método racional propõe, já que um indivíduo pode se adaptar bem ao local em que vive.

O modelo adaptativo é uma alternativa e complementar à teoria de sensação térmica, sugere que os parâmetros para além dos físicos desempenham um papel importante no conforto individual. Parâmetros como a dimensão psicológica de adaptação, que poderão alterar as expectativas, e deste modo, a sua aceitabilidade. O

método adaptativo assenta-se em três princípios: clima, edifício e tempo (Humphreys, de Dear e Brager). Ao juntar o voto de conforto no comportamento dos indivíduos, o princípio relaciona a temperatura de conforto com o meio e o contexto em que os indivíduos se encontram.

2.3. Condições de conforto térmico

A condição de neutralidade térmica não é a única condição para o conforto térmico. Uma pessoa pode sentir-se termicamente neutra para o organismo como um todo, mas pode não se sentir confortável ou seja, estar sujeita a um conforto deslocalizado se uma parte do corpo está quente e outra fria. Só se estará em neutralidade térmica, se o corpo como um todo o estiver. Isto pode ser facilmente testado, por exemplo, para uma pessoa que, mesmo estando numa situação de neutralidade térmica se sente desconfortável quando é obrigada a ficar com as mãos submersas em água gelada. Este caso extremo mostra que a assimetria de perda de calor do corpo tem que ser limitada de forma a não comprometer o conforto térmico, (Fanger, 1970).

2.3.1. Desconforto localizado

Vários fatores podem causar desconforto localizado, de acordo com Lamberts (Xavier et al, 2016), esses fatores, como o próprio nome sugere, não atingem o corpo como um todo, mas apenas uma parte e, embora a pessoa possa estar satisfeita com a temperatura do corpo como um todo, não se encontrará em conforto devido a essa insatisfação localizada. É, portanto, uma exigência adicional para o conforto térmico que nenhum desconforto local, quente ou frio, persista em qualquer parte do corpo humano. Os desconfortos locais podem ser causados por:

- Um campo radiante assimétrico;
- Uma diferença vertical da temperatura do ar;
- Um arrefecimento local através de uma corrente de ar;
- Pelo contacto com um pavimento, quente ou frio.

➤ **Assimetria de Radiação Térmica**

Um campo radiante assimétrico ou assimetria de radiação térmica pode ser causada por janelas frias, superfícies não isoladas, bocas de fornos, calor gerado por

máquinas, teto quente, parede fria, teto frio, parede quente e outros equipamentos. a situação que leva um arrefecimento localizado em alguma parte do corpo humano.

➤ **Diferença na temperatura do ar no sentido vertical**

Na maioria dos ambientes das edificações, a temperatura do ar geralmente aumenta com a altura em relação ao piso. Se o gradiente de temperatura é suficientemente grande, entre a temperatura do ar ao nível da cabeça e a temperatura ao nível do tornozelo, ocorre desconforto por calor, à altura da cabeça, ou um desconforto por frio, ao nível dos pés, podendo estar o corpo como um todo, em neutralidade térmica. Se a temperatura, ao nível da cabeça, for inferior, ao do tornozelo, essa situação não causará desconforto às pessoas, (Olesen 2008).

➤ **Arrefecimento local através de uma corrente de ar**

Essa situação que acarreta um arrefecimento localizado em alguma parte do corpo humano é normalmente causado pelo ar em movimento. É um problema bastante comum de ser observado, não apenas em ambientes ventilados, mas também em automóveis, e outros locais. Essas correntes de ar têm sido identificadas como um dos fatores que mais causam desconforto em escritórios. Normalmente quando isso ocorre, a reação natural das pessoas é aumentar a temperatura interna, ou parar o sistema de ventilação, sendo que às vezes essas reações podem tender a deixar o local ainda mais desconfortável, (Olesen, 2008).

Ainda não existe nenhum método para combinar as percentagens de pessoas insatisfeitas com este tipo de desconforto, no sentido de se obter uma previsão exata do número total de pessoas insatisfeitas com o ambiente, (Xavier, 1999).

➤ **Pisos aquecidos ou arrefecidos**

No contato com pisos aquecidos ou arrefecidos, a temperatura do piso é normalmente muito influenciada por características construtivas das edificações. Uma reação habitual das pessoas em contato com um piso muito frio é aumentar a temperatura interna do ambiente geralmente utilizando sistemas de aquecimento, o que origina o aumento do desconforto térmico e contribui para o aumento do consumo de energia, (Olesen, 2008).

Segundo Lamberts (atualizações de Xavier et al, 2016) existem três condições para que se possa atingir o conforto térmico:

- Que a pessoa se encontre em neutralidade térmica;

- Que a temperatura da pele e sua taxa de secreção de suor estejam dentro de certos limites compatíveis com a atividade metabólica;
- Que a pessoa não esteja sujeita ao desconforto localizado.

2.4. Equação de prognóstico de conforto térmico

Fanger, (1970) com base na equação do balanço térmico e nas teorias de termo regulação criou “uma equação de prognóstico de conforto” (1.1). Contida na ISO 7730 e ASHRAE, apresenta os ajustes da equação do balanço térmico, e não uma sensação psicofisiológica de conforto.

$$M - 3,05 \cdot (5,73 - 0,07 \cdot M - p_a) - 0,42 \cdot (M - 58,15) - 0,0173 \cdot M(5,87 - p_a) - 0,0014 \cdot M \cdot (34 - t_a) = 3,96 \cdot 10^{-8} \cdot f_{cl}[(t_{cl} + 273)^4 - (t_r + 273)^4] + f_{cl} \cdot h_c \cdot (t_{cl} - t_a) +$$

No caso em que não se verifica o balanço térmico, ou seja, em não se mantem um equilíbrio, entre o calor produzido pelo metabolismo e o calor perdido do corpo para o ambiente, existirá um gradiente de calor, e essa diferença entre o calor produzido pelo corpo e trocado com o meio ambiente é denominado de “ carga térmica”, (L). A expressão matemática da carga térmica é expressa por:

$$L = M - 3,05 \cdot (5,73 - 0,007 \cdot M - p_a) - 0,42 \cdot (M - 58,15) - 0,0173 \cdot M \cdot (5,87 - p_a) - 0,0014 \cdot M \cdot (34 - t_a) - 3,96 \cdot 10^{-8} \cdot f_{cl} \cdot [(t_{cl} + 273)^4 - (t_r + 273)^4] - f_{cl} \cdot h_c \cdot (t_{cl} - t_a) \quad (1.3)$$

A equação de conforto descreve todas as combinações dos seis estímulos das variáveis do modelo: a temperatura do termómetro seco, humidade relativa, temperatura radiante média, velocidade do ar, taxa metabólica por atividade, resistência térmica do vestuário e eficiência mecânica, que resultam numa sensação térmica neutra. Também prevê condições onde os ocupantes se sentirão termicamente neutro. Os diagramas de conforto resultantes da equação de Fanger em estudos na Dinamarca em câmaras climatizadas, representam as possíveis combinações que permitem a criação de situações de conforto térmico, onde as pessoas registavam seus votos sobre a escala sétima da ASHRAE, que vai dos extremos de muito frio até muito quente. A sensação real sentida pela pessoa é

representada pela “equação do PMV” ou equação do voto médio estimado, que pode ser representada:

$$PMV = (0,303 \cdot e^{-0,036M} + 0,028) \cdot L \quad (1.4)$$

Onde:

PMV = voto médio estimado, ou voto de sensação de conforto térmico;

M = Atividade desempenhada pelo indivíduo;

L = Carga térmica que atua sobre o corpo.

2.4.1. Voto Médio Estimado – (PMV - Predicted mean vote)

Neste sentido, Fanger elaborou uma equação que permitia obter a sensação térmica para qualquer combinação das variáveis ambientais e pessoais de conforto. Como as sensações foram obtidas mediante o voto, Fanger denominou-as de Voto Médio Estimado (PMV).

Por outras palavras, o PMV (*Predicted Mean Vote*) consiste num valor numérico que representa as respostas subjetivas de sensação de desconforto por frio e calor, sendo perspectivado como o mais completo dos índices de conforto por analisar a sensação de conforto em função das seis variáveis, (de Lamberts atualizações de Xavier et al.,2016).

A norma ISO 7730 (2005), baseada nos estudos de Fanger (1972), classifica os ambientes térmicos segundo três categorias de qualidade: A, B e C. Esta classificação tem a vantagem de, à partida, selecionar o tipo de ambiente térmico de acordo com as exigências impostas. Sendo assim, na categoria A o índice PMV varia entre - 0.2 e + 0.2 (PPD <6 %), na categoria B o mesmo índice varia entre - 0.5 e + 0.5 (PPD <10 %) e, finalmente, na categoria C o índice varia entre - 0.7 e + 0.7 (PPD <15%).

Com base no princípio de que, para haver conforto térmico numa determinada atividade física, o corpo deve estar em equilíbrio térmico, com certa temperatura média de pele e perdendo certa quantidade de calor, por evaporação do suor.

Fanger definiu o critério para avaliar esse grau de desconforto, relacionando as variáveis que influenciam o conforto térmico com a escala de sensação térmica definida por ele.

A escala de sensação térmica definida tem os seguintes níveis:

- 3 – muito frio;
- 2 – frio;
- 1 – leve sensação de frio;
- 0 – neutralidade térmica;
- +1 – leve sensação de calor;
- +2 – calor;
- +3 – muito quente.

Esta escala é simétrica em relação ao ponto zero, que corresponde ao conforto térmico e apresenta valores de 1 a 3 que podem ser positivos, correspondendo às sensações de calor, ou negativos, correspondendo às sensações de frio. A relação encontrada por Fanger (1972) foi obtida a partir da análise estatística das informações de várias experiências em câmaras climatizadas, em que mais de mil e trezentas pessoas foram expostas, de forma controlada, a diversas combinações das variáveis ambientais e pessoais de conforto. As variáveis mantiveram-se constantes por três horas e de trinta em trinta minutos, a cada pessoa era pedido que se expressasse através do voto escrito. A sua sensação térmica era definida conforme os valores indicados na escala de sensação.

2.4.2. Percentual de pessoas insatisfeitas (PPD-Predicted percentage dissatisfied)

O percentual de pessoas insatisfeitas (PPD) é um índice que estabelece uma previsão quantitativa do percentual de pessoas insatisfeitas termicamente quando sentem muito calor ou muito frio. Estabelece uma relação das seis unidades com o PMV com a percentagem de pessoas insatisfeitas e é o método usado na ISO 7730.

É recomendado, conforme a ISO 7730 (2005), a utilização do índice PMV, entre os valores de -2 à +2, da escala de sensações, anteriormente apresentada. Esta escala é somente recomendável a utilização do índice quando estes seis parâmetros indicados se encontram nos intervalos aqui apontados:

$$M = 46 \text{ a } 232 \text{ W/m}^2 \text{ (0,8 a 4 met)}$$

$$I_{cl} = 0 \text{ a } 2 \text{ clo (0 a 0,31 m}^2\text{C.W}^{-1}\text{)}$$

$$t_a = 10 \text{ a } 30 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\bar{t}_r = 10 \text{ a } 40 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$v_{ar} = 0 \text{ a } 1 \text{ m.s}^{-1}$$

$$p_a = 0 \text{ a } 2700 \text{ Pa}$$

Para Fanger (1970), numa análise das condições ambientais de um local, há sempre uma percentagem de ocupantes insatisfeitos, devido às diferenças individuais. De acordo com a norma ISO 7730 (2005), são necessárias condições ambientais de conforto que propiciem bem-estar ao maior número de pessoas. As experiências realizadas por vários autores provaram que é impossível obter num ambiente combinação das variáveis de conforto que satisfaçam plenamente todos os integrantes de um grupo. Assim, na prática, seria necessário relacionar o índice PMV com a percentagem de insatisfeitos, mais precisamente com a percentagem de pessoas desconfortáveis termicamente (PPD), situação que Fanger conclui e demonstrou no gráfico seguinte:

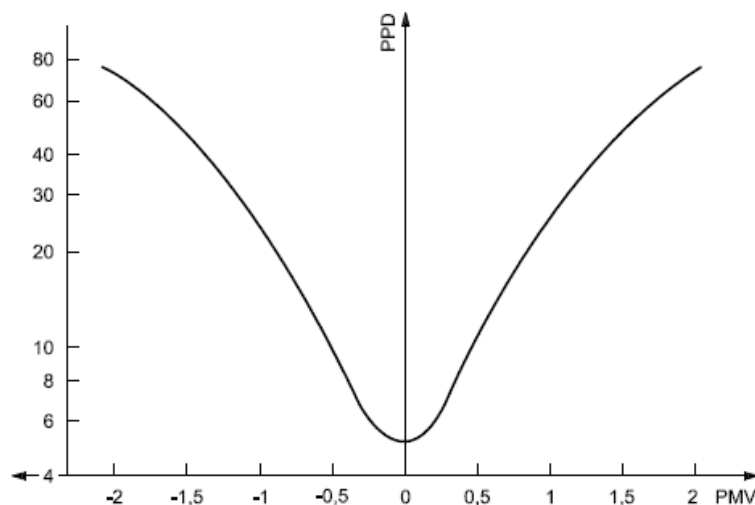


Figura 3: PMV/PPD (%).

Do gráfico constata-se que, para uma condição de neutralidade térmica (PMV=0), existem 5% de insatisfeitos, pelo que:

$$-0,5 < PMV < +0,5$$

Quando o valor do PMV é conhecido, o PPD pode ser obtido através do gráfico anteriormente apresentado ou determinado através da equação abaixo indicada (1.5) e constante na ISO 7730 (2005).

$$PPD = 100 - 95.e^{(-0,3353.PMV^4 - 0,2179.PMV^2)} \quad (1.5)$$

Resumindo a leitura obtida pelo gráfico anterior percebemos, que:

- ❖ O índice PPD está relacionado com o índice PMV, ou seja, a percentagem de pessoas insatisfeitas em função do voto estimado médio;
- ❖ A curva é simétrica em relação ao ponto de $PMV = 0$, isto é, observam-se sensações equivalentes de calor e de frio para um mesmo PMV em valor absoluto, correspondem a igual percentagem de insatisfeitos;
- ❖ O valor do índice PPD nunca é inferior a 5%. O valor mínimo de PPD corresponde à condição de neutralidade térmica;
- ❖ É impossível obter num ambiente uma combinação de variáveis meteorológicas e pessoais que satisfaça plenamente todos os indivíduos de um grande grupo.

O modelo de prognóstico de conforto é desenhado para prever a sensação média térmica de um grande grupo de pessoas.

2.5. Avaliação subjetiva

Os métodos subjetivos apresentam-se como uma ferramenta para avaliação de respostas psicológicas, ou seja, a sensação térmica, o conforto, o prazer e a dor. Parsons (2000) refere também que é importante reconhecer que a sensação térmica descreve como a pessoa se sente e não como o ambiente pode ser descrito. A aplicação de uma avaliação com ferramentas da psicologia, em situação prática, oferece maior entendimento do comportamento humano no ambiente térmico, obtendo as respostas desejadas.

No estudo do conforto térmico em espaços climatizados, onde as condições ambientais são próximas das que correspondem ao conforto térmico, aceita-se a validação da norma ISO 7730 (2005). Segundo a norma, uma maneira simples de estimar o nível de conforto térmico no ambiente de trabalho é perguntar aos trabalhadores o grau de satisfação. Parsons (2000) salientou que, o processo de julgamento do conforto térmico é um fenómeno de natureza psicofisiológico excitado por condições físicas do ambiente, ou seja, elementos físicos, como por exemplo a temperatura do ar excita sensores dispostos na pele do ser humano que por sua vez enviam sinais ao cérebro (natureza fisiológica), que processa este sinal e atribui um significado a esta excitação (natureza psicológica).

Parsons (2000), mencionou que, a sensação térmica está relacionada com o “como a pessoa sente” e é então uma experiência sensorial e um fenómeno psicológico. Para tal, é necessário conhecer aspetos básicos de fisiologia das sensações.

A fisiologia sensorial pode ser dividida em aspetos objetivos e subjetivos:

- Os aspetos objetivos englobam as reações do sistema nervoso, ou seja, focalizam as sensações considerando o processo desencadeado por estímulos nos recetores e suas respetivas respostas no sistema nervoso central;
- Os aspetos subjetivos dizem respeito à análise das perceções de cada indivíduo, que dependem de uma série de fatores como, por exemplo, o estado de ânimo.

2.5.1. Fenómeno psicológico

A sensação é um fator psicofisiológico provocado pela excitação de um órgão sensorial e não se trata, somente, de um processo psicológico por causa da sua correlação fisiológica-psicológica. O fenómeno da sensação é decorrente das três seguintes condições fundamentais: excitação, impressão e sensação.

- **A excitação**, de natureza física, é o elemento provocador que age sobre o órgão sensorial. No caso do conforto térmico, enquadram-se como elementos provocadores os elementos de intercâmbio térmico entre o meio e o indivíduo (convecção, condução, radiação e evaporação);
- **A impressão**, de natureza fisiológica, são as modificações registradas pelos órgãos sensoriais que são transmitidas por fibras nervosas;
- **A sensação**, de natureza psicológica, é o estado de consciência resultante dos processos de excitação e impressão. A sensação pode ser distinguida ainda em duas linhas: a que nos dá a noção de uma qualidade ou de um estado (frio ou calor) e a que determina o conhecimento de um objeto específico, a qual se denomina de perceção.
- **A perceção** apresenta um papel importante na vida diária do indivíduo, pois é através dela que o indivíduo atribui significado às coisas, às ações e aos feitos. Vários autores descrevem o processo de perceção como sendo a atribuição de significados a estímulos internos (fome, sede) e externos (frio, calor). Também é importante sublinhar que a perceção varia de indivíduo para indivíduo.

O conforto não é um fenómeno puramente fisiológico, nem tão pouco um fenómeno puramente psicológico, mas sim um fenómeno psicofisiológico, na qual ambos estão correlacionados e interdependentes, (Silva, 2010).

2.5.2. Escalas de sensação

Segundo Silva (2010), Xavier (1999) estima que as sensações térmicas são basicamente o resultado da condição da mente na percepção da sensação de conforto térmico e são geralmente obtidas a partir de escalas sensoriais, descritivas ou de percepção, as quais espelham o estado psicológico das pessoas, em relação ao ambiente térmico.

De acordo com alguns autores, existem pequenas diferenças nas escalas ao nível linguístico. Apresentam-se aqui as mais significativas e, portanto, as mais usuais:

Tabela 3: Escalas de Sensação, (Silva,2010).

BEDFORD (1936; <i>apud</i> NICOL, 1993)		ISO 10551 (2001)
Muito quente	+3	Muito quente
Quente	+2	Quente
Confortavelmente quente	+1	Levemente quente
Confortável	0	Neutro
Confortavelmente frio	-1	Levemente frio
Frio	-2	Frio
Muito frio	-3	Muito frio

Várias escalas têm sido aplicadas na avaliação subjetiva de conforto térmico sendo que, são aceites internacionalmente as escalas abordadas pela norma ISO 10551 (2001). Este método não requer a utilização de equipamentos de medição.

Neste estudo optou-se para avaliação subjetiva do conforto escalas representadas na ISO 10551 (2001), segundo as respostas obtidas no inquérito efetuado relativa ao questionário, do Anexo I.

A partir do uso prático de escalas ISO 10551, para situações similares, serão obtidas avaliações subjetivas similares, Silva (2010).

Tabela 4: Escala Subjetiva considerada (ISO 10551 (2001)).

<i>Decisão</i>	<i>Exemplo</i>	<i>Relacionado com</i>
Perceptiva	Como se sente agora?	Pessoal
Afetiva	Como se encontra?	Térmico
Preferência térmica	Como preferiria estar?	Estado
Aceitação pessoal	O ambiente é aceitável ou inaceitável?	Ambiente
Tolerância pessoal	O ambiente é tolerável?	

2.6. Normalização

A maioria dos países baseia a análise do ambiente térmico em normas produzidas pela ISO ou pela ASHRAE. Estas análises são baseadas quer em estudos desenvolvidos em câmaras climatizadas, quer em experiências de campo.

As normas sobre conforto térmico são uma ferramenta essencial para se obter um ambiente interior dos edifícios termicamente confortável para os seus ocupantes.

2.6.1. Organização Internacional de Normalização (International Organization for Standardization, ISO)

Silva (2010) referiu, que as normas ISO, especialmente as relacionadas com a saúde, segurança e ambiente, foram adotadas pelos mercados, pelo que, muitas vezes estas têm um papel regulador quanto aos normativos a aplicar.

Para melhor perceção do trabalho desenvolvido por esta organização apresenta-se de seguida um esquema representativo das normas existentes para a análise de ambiente térmico.

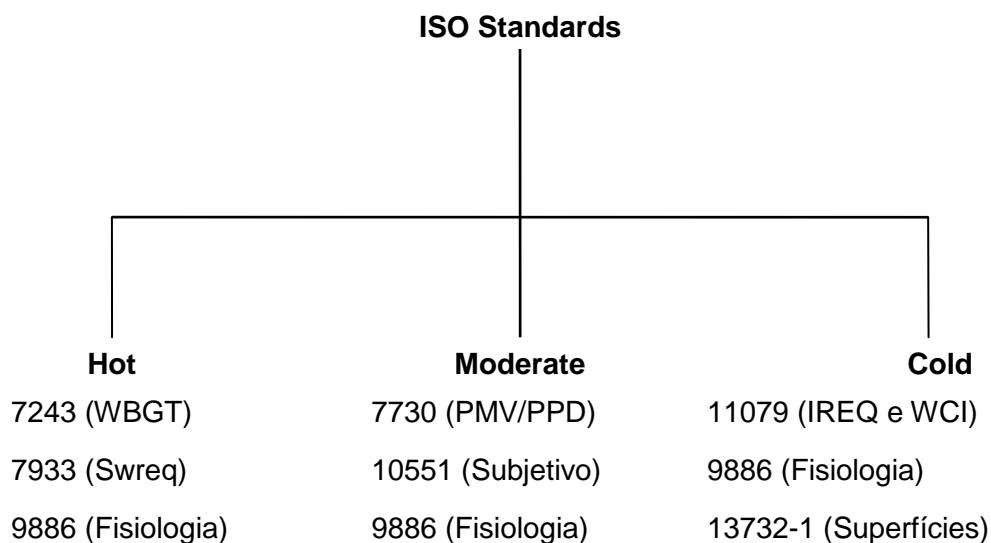


Figura 4: Padrões da ISO para avaliação térmica ambiental, de acordo com Parsons, (Silva, 2010).

Padrões de Apoio

11933 (Princípios); 7726 (Instrumentos); 8996 (Taxa metabólica); 9920 (Roupa); 13731 (Vocabulário e unidades).

2.6.1.1. ISO 7730/05 - Ambientes térmicos moderados.

Determinação dos índices PMV e PPD e especificações das condições para conforto térmico

Esta norma propõe um método de determinação da sensação térmica e do grau de desconforto das pessoas expostas a ambientes térmicos moderados como também específica condições térmicas aceitáveis para o conforto. Costuma determinar as condições ambientais aceitáveis para conforto térmico, além de apresentar um método para a predição da sensação térmica e do grau de desconforto de pessoas expostas a ambientes térmicos moderados.

A avaliação do ambiente ocorre através do voto médio estimado dos ocupantes, o qual responde à escala de sensações térmicas: +3, +2, +1, 0, -1, -2, -3. O índice PMV pode ser determinado quando é conhecida a atividade desempenhada bem como o valor do isolamento térmico das roupas, os valores da temperatura do ar, da temperatura radiante média, da velocidade do ar e da humidade do ar. A partir do PMV é possível calcular o PPD que indica a percentagem de pessoas insatisfeitas com o ambiente térmico. A norma também descreve um método para estimar a percentagem de pessoas insatisfeitas devido a correntes de ar indesejáveis. É aplicada

principalmente a pessoas sedentárias, vestindo roupas leves e com uma sensação térmica do corpo neutra.

2.6.1.2. ISO 9920/95 - Ergonomia de ambientes térmicos.

Estimativa de isolamento térmico e resistência evaporativa de vestuário

Esta norma internacional determina métodos para a estimativa das características térmicas, resistência a perdas de calor seco e a perdas por evaporação, em condições de estado estacionário para vestuário, baseado em valores de roupa e tipos de tecidos.

2.6.1.3. ISO 8996/2004 – Ergonomia.

Determinação da produção metabólica de calor

Esta norma especifica métodos para a determinação da taxa metabólica, a partir da qual é possível medir a produção metabólica de calor e, assim, avaliar a regulação deste, no corpo humano. A norma classifica métodos propostos, segundo níveis distintos de precisão: nível I: classificação baseada na descrição do tipo de atividade e ocupação. Apresenta grande risco de erro; nível II: utiliza tabelas de estimativa da taxa metabólica, de acordo com a atividade específica ou através da taxa cardíaca sob condições definidas. Revela riscos de erro da ordem de 15%; nível III: a partir de medições diretas do consumo de oxigénio. Com manifesta precisão em torno de 5%.

2.6.1.4. ISO 10551/2001 – Ergonomia de ambientes térmicos.

Avaliação da influência do ambiente térmico usando escalas subjetivas de julgamento

Este critério proporciona a construção e o uso de escalas de julgamento, de modo a serem obtidos dados reais e comparativos sobre os aspetos subjetivos de conforto e *stress* térmicos. A norma recomenda o uso de escalas, de julgamento subjetivo, baseadas no estado térmico do corpo. Entre as escalas que avaliam o conforto a nível pessoal: a escala de perceção, a escala de avaliação e a escala de preferência térmica, as quais devem ser aplicadas nesta respetiva ordem. Para verificação da aceitabilidade do ambiente térmico deve utilizar-se a escala de aceitação e, em seguida, a escala de tolerância térmica.

2.6.2. *American Society of Heating Refrigerating and Air-Conditioning Engineer, Inc.* (ASHRAE)

2.6.2.1. *ASHRAE Standard 55-92 - Ambientes térmicos.*

Condições para ocupação humana

Esta é uma norma Norte-americana utilizada em estudos de conforto térmico. O padrão atual ASHRAE 55-1992 é abrangente, pois inclui informações sobre isolamento das roupas, medições dos períodos e localizações, desconforto com correntes de ar. Considera a temperatura efetiva como índice para definir limites, mas passa a retratar zonas de conforto distintas para o verão e para o Inverno. Esta Norma Norte-americana encontra-se em conformidade com a ISO 7730 (2005), bem como da ISO 7726 (1998).

ASHRAE STANDARD 55-2004

Esta tem como principal objetivo, a especificação das diferentes combinações dos fatores térmicos ambientais e os fatores pessoais que produzem um ambiente térmico aceite pela maioria dos ocupantes de um espaço. A “maioria” é definida com as exigências baseadas em 80% de aceitabilidade global, enquanto os limites de descontentamento específicos variam para fontes diferentes de desconforto local. As duas mais importantes adições nesta norma, em relação a versão anterior, alicerçam-se num método baseado nos índices PMV e PPD e na introdução do conceito de adaptação, com um método separado para edifícios sem ar condicionado. Os parâmetros ambientais considerados nesta norma internacional são a temperatura, a radiação, a humidade e a velocidade do ar. Os fatores pessoais são a taxa metabólica e o vestuário. Esta norma é aplicável a adultos saudáveis, que ocupem ambientes interiores, em intervalos de tempo não inferiores a 15 minutos. Indica as condições, às quais uma fração específica de ocupantes classifica o ambiente como termicamente satisfatório.

2.6.3. Regulamentos Portugueses

As normas aplicadas, em Portugal, na análise do ambiente térmico, especificamente no conforto térmico de postos de trabalho, são a ISO. Por outro lado, na perspetiva de projeto, existem diplomas legais relativamente recentes, apoiados em promover a melhoria do desempenho energético dos edifícios e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios, nomeadamente, o Sistema Certificação Energética dos Edifícios (SCE), que integra o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação (REH), e o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de

Comércio e Serviços (RECS), publicados no dia 20 de Agosto de 2013, estes diplomas legais estão em vigor desde 1 de Dezembro de 2013. Foi alterado pelo Decreto-Lei n.º 68-A/2015 de 30 de abril, relativo ao desempenho energético dos edifícios. Estes três regulamentos estabelecem atualmente o novo quadro legal sobre eficiência energética em edifícios aplicável até agora, a todo o território Português.

Portarias

- ❖ 349-A/2013 – SCE – Funcionamento do SCE alterada pela 115/2015
- ❖ 349-B/2013 – REH – Requisitos
- ❖ 349-C/2013 – Licenciamento – Procedimentos licenciamento e folhas de cálculo
- ❖ 349-D/2013 – RECS – Requisitos e metodologias
- ❖ 353-A/2013 – Ventilação e Qualidade Ar Interior – Requisitos e metodologias
- ❖ 66/2014 – Sistema de avaliação dos técnicos do SCE.

O Decreto-Lei n.º 118/2013, de 20.08., transpõe a Diretiva n.º 2010/31/UE do Parlamento e do Conselho de 19.05.2010, relativa ao desempenho energético dos edifícios.

Com a entrada em vigor deste Decreto-Lei são revogados os seguintes diplomas: DL n.º 78/2006, de 4.04, DL n.º 79/2006 (RSECE), de 4.04 e DL n.º 80/2006 (RCCTE), de 4 de Abril.

O Decreto-Lei n.º 78/2006 aprova o Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios e transpõe parcialmente para a ordem jurídica nacional a Diretiva n.º 2002/91/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 16 de Dezembro, relativa ao desempenho energético dos edifícios.

O Decreto-Lei n.º 79/2006 aprova o Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios (RSECE) do Ministério das Obras Públicas, Transportes e Comunicações.

O Decreto-Lei n.º 80/2006 aprova o Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE).

Importa também destacar o Decreto-Lei n.º 243/86 de 20 de Agosto que aprova o Regulamento Geral de Higiene e Segurança do Trabalho para os estabelecimentos comerciais, de escritórios e serviços, com um artigo dedicado aos intervalos de aceitação da temperatura ambiente e humidade.

2.7. Projeto e construção para o conforto térmico

Para o projecto de arquitetura devem ser previamente analisadas algumas questões que estão associadas ao clima, como: a orientação da casa, os tipos de materiais a serem utilizados, as necessidades de protecção solar nas diferentes zonas, as condições climáticas locais, variação diária de temperatura, disponibilidade de luz e calor solar, característica dos ventos, regime de chuvas, entre outros, determinam a escolha dos materiais de construção e técnicas construtivas. Estes princípios são seguidamente apresentados, começando pelos primeiros passos a considerar no projecto – a localização, forma e orientação das edificações. As formas e proporções dão origem a padrões arquitetónicos regionais, adaptados ao clima, com condições de conforto adequadas. Contudo, climas semelhantes podem dar origem a padrões arquitetónicos distintos mas que, em última análise, são resultantes de estratégias similares de adequação climática. A importância de um projeto arquitetónico que contemple a questão da qualidade do ar interior articulada com o conforto térmico como atributos para a proposição de espaços que possam abrigar, de forma adequada, outras funções sem comprometer a permanência humana. Esta situação apontada por vários autores é fundamental no estudo do conforto térmico das instalações de trabalho.

O projeto tem que assegurar as condições de carácter estética, para promover o conforto psicológico, as condições ambientais térmicas, de iluminação, ruído ou qualidade do ar se encontram dentro de regiões de aceitabilidade fisiológica, há que ter em atenção que as condições do ambiente como as variáveis da temperatura, da velocidade do ar, da humidade do ar, a temperatura radiante, da atividade física e do tipo de roupa se estão dentro de certos limites. Não se podem verificar condições de conforto térmico, com natural prejuízo para o bem-estar e para a produtividade. Deste modo, é fundamental estar atento não só à tipologia do edifício a construir, ou a remodelar, mas também às necessidades dos seus ocupantes, (Silva, 2015).

Em Angola existem bons exemplos de arquitectura adequada ao meio ambiente em que se insere. Contudo, hoje em dia a prática de uma arquitectura passiva ou bioclimática, com preocupações ambientais e energéticas, necessita ainda de implementação. Embora as publicações existentes refiram extensamente os potenciais benefícios desta arquitectura, o seu uso é ainda muitas vezes mal compreendido, sendo erradamente considerado um risco, ineficiente, demasiado complicado ou caro. Por exemplo, em muitas novas construções as preocupações de climatização são

deixadas para engenheiros, que tendem a adoptar o uso “seguro” do ar condicionado (Gomes).

2.7.1. Elementos construtivos

Nos países quentes, as necessidades de aquecimento são geralmente inferiores às dos países nórdicos. Isto não está apenas relacionado com a temperatura do ar, mas também com a radiação solar.

A escolha das superfícies vidradas, a sua colocação e as suas características são fundamentais no que diz respeito, ao conforto térmico. Diferentes autores dizem que o conforto dos ocupantes pode ser afetado negativamente pela presença de grandes superfícies quentes ou frias, como por exemplo as janelas e/ou as claraboias. As janelas absorvem e transmitem uma quantidade significativa de radiação solar. A radiação absorvida influencia a temperatura do vidro, tanto que a superfície interior deste pode atingir temperaturas acima de 50°C, no Verão. Uma pessoa sentada perto de uma janela pode experimentar o equivalente a um ganho de calor de 11°C, por aumento da temperatura radiante média. A temperatura de superfície dentro de uma janela é fortemente influenciada pelas condições de temperatura exterior e isso pode afetar significativamente a troca de calor radiante entre um ocupante e o ambiente, pelo que, as temperaturas de superfície das janelas flutuam com maior frequência do que outras superfícies, mesmo quando o ar ambiente é mantido numa temperatura confortável.

Estes desconfortos locais podem ser extremamente penalizadores para os ocupantes dos edifícios e dificultar uma avaliação do ambiente térmico, tendo em conta os modelos atualmente existentes, (Silva, 2015).

2.7.2. Ventilação

A ventilação pode definir-se como a técnica que permite substituir o ar ambiente interior de um determinado local considerado não adequado por falta de pureza, de temperatura inadequada ou de humidade excessiva, por outro ar exterior com melhores características.

A ventilação permite aos seres vivos, aos humanos principalmente, efetuar funções vitais, tais como, o fornecimento de oxigénio para a respiração e o controlo do calor que produzem, ao mesmo tempo que lhes proporciona condições mais

confortáveis, regulando a temperatura do ar, a humidade, a velocidade do mesmo e a eliminação de odores indesejáveis. Na realidade, a principal razão, de ventilar mecanicamente edifícios de escritórios, é a de criar condições térmicas cómodas aos seus ocupantes.

No que se refere às máquinas, instalações e processos industriais, a ventilação permite controlar o calor, a toxicidade e o potencial grau de explosividade do ambiente onde se integram.

Para ventilar um local através do sistema de ventilação geral ou ambiental, deve ter-se em consideração o tipo de atividades dos utilizadores desse espaço. As soluções serão diferentes para um escritório moderno espaçoso com baixo índice de ocupação, ou para uma cafeteria, um salão de festas.

A ventilação dos espaços habitáveis pelo homem visa proporcionar um ambiente higiénico e confortável para os seus utilizadores, uma vez que se estima que noventa por cento do seu tempo será passado em ambientes fechados. É necessário eliminar o odor corporal e os resíduos poluentes que se soltam dos móveis, alcatifas, pavimentos e paredes dos edifícios, para além dos resultantes de eventuais atividades, na envolvente.

Os ocupantes em edifícios naturalmente ventilados têm manifestamente mais hipótese para modificar os seus ambientes porque o edifício não é selado nem mecanicamente controlado. Além do mais, as temperaturas internas em edifícios naturalmente ventilados tendem a seguir as temperaturas exteriores, ao passo que os edifícios de ar condicionado são projetados para realizar uma variedade estreita de condições térmicas. Isto significa que os ocupantes de ar condicionado esperam condições de temperatura estritamente definidas e têm maior probabilidade de se sentir descontentes, se as temperaturas saírem fora dos valores padronizados. (Silva, 2015).

2.7.3. Ar condicionado

Em climas quentes, é também dada neste manual particular atenção à questão da refrigeração dos edifícios, fundamental para obtenção de ambientes confortáveis. O arrefecimento dos edifícios deve, e pode, ser conseguido através de meios naturais, evitando o recurso a sistemas de climatização energívoros. O objectivo das técnicas de arrefecimento passivo é evitar a acumulação de ganhos de calor e fornecer refrigeração natural, evitando o sobreaquecimento. Os princípios de técnicas de arrefecimento passivo foram usados com sucesso durante séculos, antes do

aparecimento do ar condicionado. A climatização faz uso do controlo da temperatura ambiente, da ventilação, da humidade e da pureza do ar, procurando as condições climáticas ideais nas diversas atividades (Gomes).

Silva (2010) afirmou que, a grande maioria da comunidade técnica, principalmente aquela que trabalha na área mecânica defende a necessidade quase forçosa de existirem sistemas de climatização nos edifícios. O investimento no conforto dos ocupantes deve primeiramente ser efetuado a montante, isto é, aquando do projeto de arquitetura, a forma e a orientação do edifício são as primeiras opções a considerar para a optimização da exposição ao trajecto solar e aos ventos dominantes e isolamento térmico.

A OMS (Organização Mundial da Saúde) salienta que todos os sistemas de ar condicionado devem ser inspecionados e mantidos em conformidade com as instruções do fabricante. Todas as faltas devem ser comunicadas imediatamente de modo a que não existam variações da qualidade do ar. Silva (2010), ressaltou que esta preocupação é fundamental, dado que em países com fracos recursos financeiros, investe-se inicialmente ou pontualmente, no ato da aquisição dos equipamentos e, cada vez menos, na vida útil desses mesmos equipamentos. A falta de manutenção de determinados equipamentos leva à deterioração do ambiente de trabalho, criando uma desconfiança por parte dos ocupantes.

2.7.4. Qualidade do ar interior

Fanger (1992) salienta o papel da temperatura e da humidade na qualidade do ar interior e alega que é necessário fornecer, ar seco e fresco às pessoas. Segundo esse autor, estudos da Universidade Técnica da Dinamarca demonstram que a perceção da qualidade do ar é fortemente influenciada pela temperatura e humidade do ar que inalamos. No que respeita à política de qualidade do ar interior, Portugal considera da maior relevância a manutenção dos valores mínimos de caudal de ar novo por espaço e dos limiares de proteção para as concentrações de poluentes do ar interior, de forma a salvaguardar os mesmos níveis de proteção de saúde e de bem-estar dos ocupantes dos edifícios (portaria 353-A/2013).

Nos edifícios energeticamente eficientes, a escolha dos materiais afeta a qualidade do ar interior, mais do que nos edifícios convencionais. Sempre que se especifica materiais com ingredientes tóxicos e há libertação de gases, os efeitos serão ampliados pela reduzida circulação de ar e pela fraca ventilação, tendo como resultado

a acumulação de uma vasta gama de impurezas no ambiente interior. As concentrações de produtos químicos, tais como: dióxido de carbono (CO₂), Monóxido de carbono (CO), partículas em suspensão (PM₁₀, PM_{2,5}), Compostos Orgânicos Voláteis (COV's), formaldeído (CH₂O), bactérias, legionella e fungos, podem ser particularmente perigosos para trabalhadores que passam a maior parte do dia em escritórios, (Silva, 2016).

Tabela 5: Principais contaminantes e poluentes em ambientes interiores de escritórios, (Agência Portuguesa do Ambiente (APA)).

Principais contaminantes	Principais poluentes
<ul style="list-style-type: none"> •As pessoas; •As atividades; •Equipamentos; •Materiais de isolamento e decoração; • Mobiliário, alcatifa; •Os edifícios; •Solos (Aterros, zonas graníticas) •O ar exterior. 	<ul style="list-style-type: none"> •Dióxido de carbono (CO₂); •Monóxido de carbono (CO); •Partículas em suspensão (PM₁₀, PM_{2,5}); •Compostos Orgânicos Voláteis (COV's); •Formaldeído (CH₂O); •Bactérias, Legionella; •Fungos;

Tabela 6: Fontes mais comuns da proveniência dos poluentes, (Agência Portuguesa do Ambiente (APA)).

Tipologias	Poluentes mais comuns	Fontes mais comuns
Habitacões	COV's	<ul style="list-style-type: none"> •Produtos de limpeza.
Edifícios de Serviços	Microbiológicos	<ul style="list-style-type: none"> •Mau estado de higienização e limpeza do sistema de AVAC.
	CO ₂	<ul style="list-style-type: none"> •Condutas de insuflação e retorno sujas.
	PM ₁₀	<ul style="list-style-type: none"> •Excesso de pessoas no espaço (Relação área vs Ocupação). •Sistema de AVAC desligado. •Insuficiência ou inexistência de renovação de ar novo nos espaços (por ventilação mecânica e/ou ventilação natural). •Superfícies fixas e mobiliário com sujidade.

De acordo com Faria (2016), a Organização Mundial de Saúde (OMS) define poluição do ar como a contaminação do ambiente interior ou exterior por qualquer agente químico, físico ou biológico, que modifica as características naturais do ambiente.

Silva (2010), reforçou que, a qualidade do ar interior é determinada pela qualidade do ar exterior do edifício, pelos cuidados de manutenção dos sistemas mecânicos. A poluição do ar reflete-se diretamente na saúde dos trabalhadores e, consequentemente na sua produtividade.

2.7.5. Racionalização da energia e o conforto térmico

Aparentemente a racionalização de energia é uma necessidade do mundo moderno e é fundamental para obtenção constante do conforto térmico. A eficiência energética em edifícios é hoje uma questão importante, devido ao crescimento dos custos de energia, do consumo e dos impactos ambientais, por isso deve-se recorrer ao uso de energia renováveis com o recurso a coletores solares, painéis e outras fontes renováveis de energias.

Devido aos problemas ambientais, que são cada vez mais evidentes, e à necessidade de um desenvolvimento sustentável, as normas de conforto térmico têm de encontrar formas de o atingir, com o menor consumo energético possível (Nicol & Humphreys, 2002). Por outro lado, o aumento da utilização de equipamentos para arrefecimento dos espaços a nível mundial é preocupante, em termos ambientais, devido ao grande aumento do consumo energético, contribuindo para o aumento excessivo das emissões de CO₂ e o consequente aquecimento global. Assim, a climatização de espaços deverá ser reservada para as necessidades especiais de climas extremos e não para melhorar os efeitos de um fraco *design* climático dos edifícios ou atenuar os efeitos de um mau projeto ou de uma má construção.

O principal objetivo da maioria dos edifícios onde estão instalados sistemas de aquecimento e ar condicionado é proporcionar um ambiente que seja aceitável e que não prejudique a saúde nem o desempenho dos seus ocupantes (Olesen, 2006).

2.8. Normais climatológicas

Segundo a enciclopédia Meteo.pt (IM, 2009) a normal climatológica de um elemento climático é o valor médio correspondente a um número de anos suficiente para se poder admitir que ele representa o valor predominante daquele elemento no local considerado. A Organização Meteorológica Mundial (OMM) fixou para este fim 30 anos começando no primeiro ano de cada década (1901-30, 1931-1960, 1941-1970, 1961-1990, 1971-2000). Os apuramentos estatísticos referentes a estes intervalos são geralmente designados por normais climatológicas (sendo as normais de 1931-1960 e 1961-1990 consideradas as de referência). (Silva, 2010).

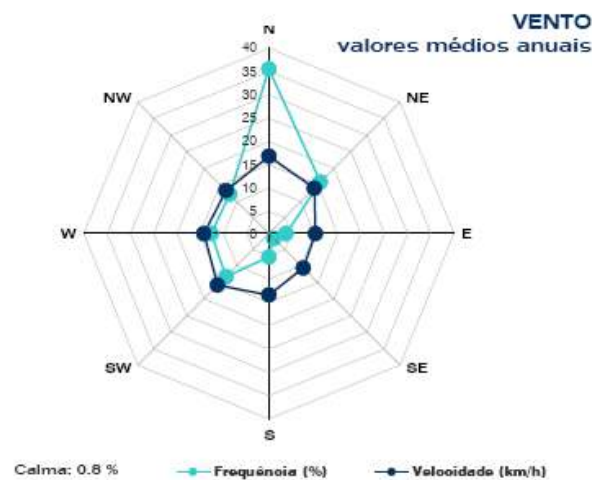


Figura 5: Normais climatológicas – Vento (Silva, 2010)

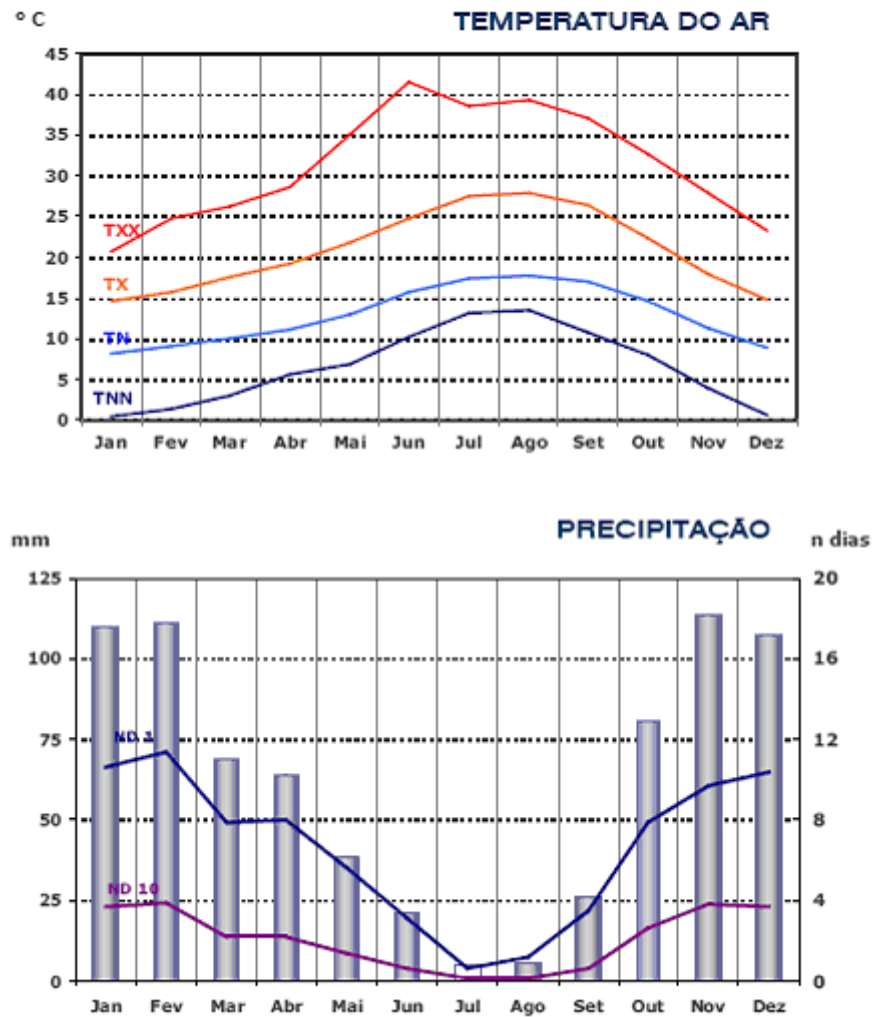


Figura 6: Normais climatológicas – Temperatura do ar e precipitação de Portugal (Silva, 2010).

Legenda:

TX – Média da temperatura máxima (°C)

TN – Média da temperatura mínima (°C)

TXX – Temperatura máxima absoluta (°C)

TNN – Temperatura mínima absoluta (°C)

ND 1 – Número de dias com precipitação ≥ 1 mm

ND 10 – Número de dias com precipitação ≥ 10 mm

Apesar de não ter sido aprofundado neste trabalho, vários autores demonstraram que o comportamento das pessoas é muito dependente das condições térmicas exteriores.

Tabela 7: Normais climatológicas – Temperatura do ar e precipitação de Portugal, Silva 2010).

Mês	TX	TN	RR
Janeiro	14,5	8,2	110
Fevereiro	14,5	9,0	111
Março	17,6	9,9	69
Abril	19,1	11,1	64
Maio	21,7	13,0	39
Junho	24,8	15,6	21
Julho	27,4	17,4	5
Agosto	27,9	17,0	6
Setembro	26,4	17,0	26
Outubro	22,4	14,6	80
Novembro	17,8	11,2	111
Dezembro	14,8	8,9	108
Ano	20,8	12,8	751

Legenda:

TX – Média da temperatura máxima (°C)

TN – Média da temperatura mínima (°C)

RR – Precipitação total (mm)

Conforme pode ser observado, quer pelos gráficos apresentados, quer pelos valores decompostos, em Portugal destacam-se dois meses, Agosto pela maior média da temperatura máxima e Janeiro pela menor média da temperatura mínima. (Silva, 2010).

3. Conforto térmico em Angola

Angola situa-se na costa do Atlântico Sul da África Ocidental, entre a Namíbia e o Congo. Também faz fronteira com a República Democrática do Congo e a Zâmbia, a oriente, e tem uma área total de 1 246 700 km². O país está dividido entre uma faixa costeira árida, que se estende desde a Namíbia até Luanda, um planalto interior húmido, uma savana seca no interior sul e sudeste, e floresta tropical no norte e em Cabinda, (https://pt.wikipedia.org/wiki/Geografia_de_Angola).

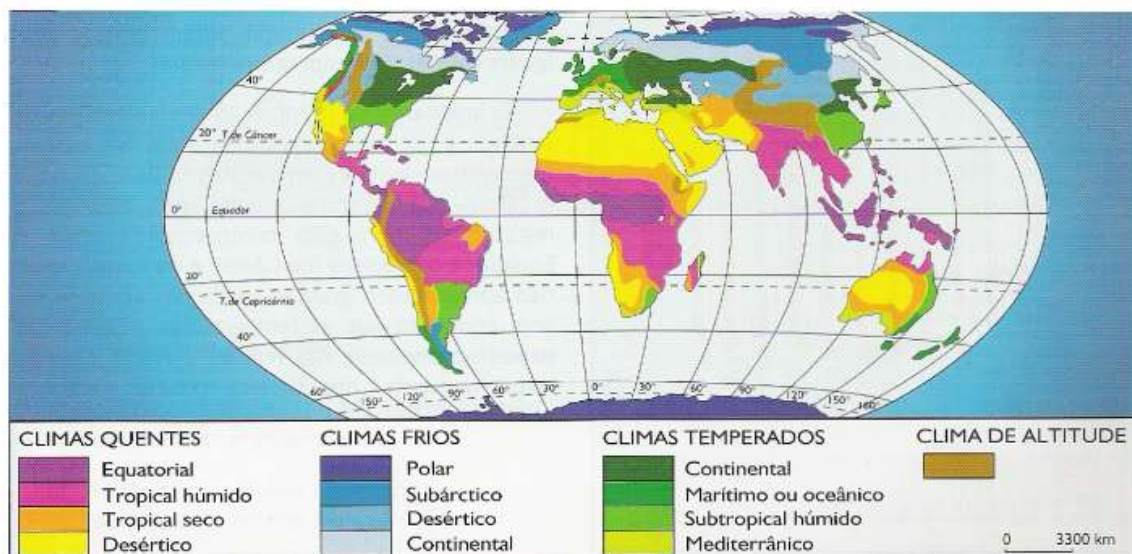


Figura 7: Distribuição dos Principais Tipos de Clima no Mundo, (http://www.citi.pt/citi_2005_trabs/antonio_carvalho/Climas.htm).

Existe uma estação das chuvas curta, que vai de Fevereiro a Abril. Os verões são quentes e secos, os invernos são temperados. As terras altas do interior têm um clima suave com uma estação das chuvas de Novembro a Abril, seguida por uma estação seca, mais fria, de Maio a Outubro. As altitudes variam, em geral, entre os 1.000 e os 2.000 metros. As regiões do norte e Cabinda têm chuvas ao longo de quase todo o ano.

Angola, apesar de se localizar numa zona tropical, tem um clima que não é caracterizado para essa região, devido à confluência de três fatores:

- A Corrente de Benguela, fria, ao longo da parte sul da costa;
- O relevo no interior;
- Influência do Deserto do Namibe, a sudoeste.

3.1. Clima

Angola comporta 4 tipos de climas: Clima tropical com estação seca no Inverno (Aw), Clima Árido Quente (BWh), Clima Semi-Árido Quente (BSh) e Clima Tropical de Altitude (Cwa, Cwb).

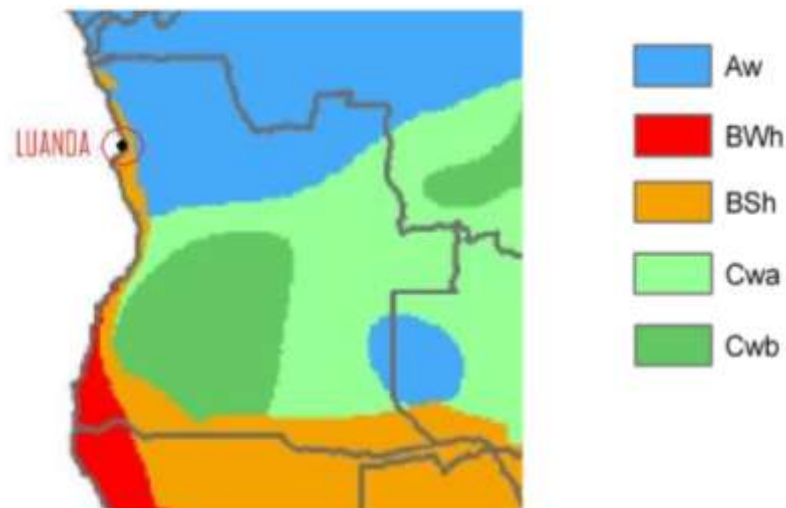


Figura 8: Classificação Climática de Köppen - Geiger para Angola, (Esteves, 2009).

Através do mapa ilustrado da figura 8, constata-se a existência de uma faixa costeira árida, que se estende desde a Namíbia até Luanda, um planalto interior húmido, uma savana seca no interior sul e sudeste e uma floresta tropical no norte e em Cabinda. No litoral, a temperatura do ar são elevadas entre os meses de Janeiro a Abril e mínimas entre os meses de Julho a Agosto. A amplitude média diurna da temperatura do ar varia pouco durante o ano nas regiões costeiras e de pequena altitude, verificando-se o mesmo relativamente à humidade do ar, registando-se os valores máximos da humidade relativa na época seca e os mínimos na época quente, ou das chuvas. Em termos de ventos, verifica-se a predominância das brisas, principalmente marítimas, de direção compreendida entre Oeste e Sudoeste, na região do litoral, (Esteves, 2009).

Em consequência, o clima de Angola é caracterizado por duas estações: a das chuvas, de Outubro a Abril e a seca, conhecida por Cacimbo, de Maio a Agosto, com temperaturas mais baixas. Por outro lado, enquanto a orla costeira apresenta elevados índices de pluviosidade, que vão decrescendo de Norte para Sul, dos 800 mm para os 50 mm, com temperaturas médias anuais acima dos 23 °C. A zona do interior pode ser dividida em três áreas:

- Norte, com grande pluviosidade e temperaturas altas;

- Planalto Central, com uma estação seca e temperaturas médias da ordem dos 19 °C;
- Sul com amplitudes térmicas bastante acentuadas devido à proximidade do Deserto do *Kalahari* e à influência de massas de ar tropical.

Também foi verificada algumas diferenças climáticas bastante acentuadas de região para região em virtude das diferenças de latitude entre os extremos Norte e Sul e altitude e da proximidade ou afastamento do mar.

3.1.1. Normais Climatológicas de Luanda

Segundo Esteves (2009), de acordo com os documentos do Serviço Meteorológico da Colónia de Angola, datados desde o ano de 1938 a 1952, foram recolhidos uma série de dados meteorológicos que permitiram estudar com maior exatidão o clima local. Os valores da temperatura e humidade relativa apresentados constituem valores médios representativos de um período de 18 anos, enquanto para a precipitação esse período é de mais de 30 anos e para o vento 13 anos.

As normais climatológicas não tiveram um papel preponderante na escolha dos meses de inquérito.

3.1.1.1. Temperatura

Ao se fazer a análise do gráfico da figura 9, verificaram-se temperaturas elevadas entre os meses de Fevereiro a Abril, e baixas entre Julho a Agosto. As temperaturas médias do ar encontravam-se entre os 27 °C em Março e 20.4 °C em Julho, que originaram uma amplitude térmica média anual de 6,6 °C. As temperaturas atingiram em média, valores máximos e mínimos extremos de 33,2 °C e 22.3 °C, (Esteves, 2009).

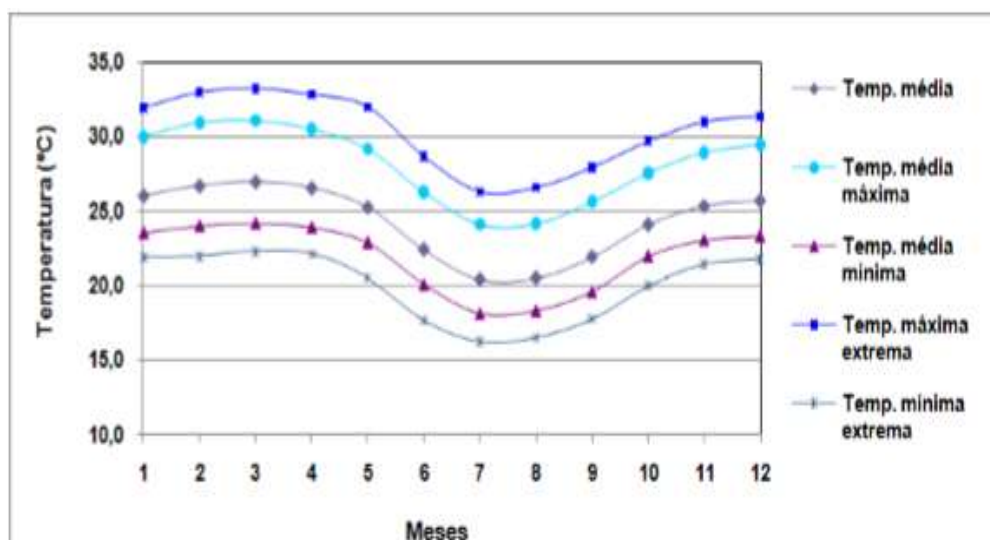


Figura 9: Variação da Temperatura média ao longo do ano em Luanda, (Esteves, 2009).

Durante o ano, as temperaturas mais altas ocorrem em Fevereiro e Março e as mais baixas em Julho e Agosto, durante o dia as temperaturas mais elevadas ocorreram por volta das 13h e as mais baixas entre as 5 e as 6h.

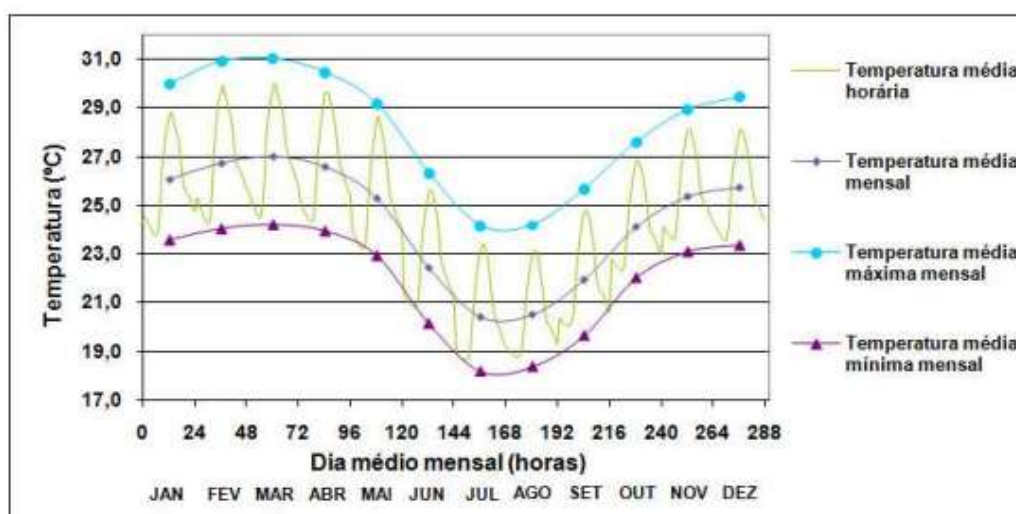


Figura 10: Variação da Temperatura média mensal e horária ao longo do ano em Luanda, (Esteves, 2009).

Da análise do gráfico da figura 10 observou-se a definição de dois períodos durante o ano, um entre Junho a Setembro, onde as temperaturas foram mínimas, e no outro observou-se a subida gradual da temperatura, em que as máximas foram verificadas nos meses de Fevereiro a Março. A partir desta divisão do ano foi possível definir duas variações médias horárias da temperatura.

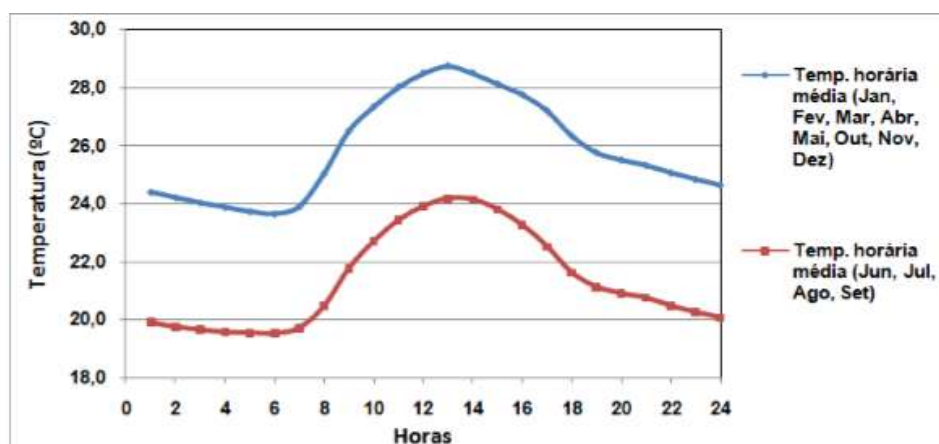


Figura 11: Temperatura média horária em Luanda para os dois períodos do ano, (Esteves, 2009).

Entre os meses de Junho e Setembro, as temperaturas médias horárias variaram entre os 19,5 °C e os 24 °C, nos restantes meses este valor esteve entre os 23,5 °C e os 29 °C, resultando numa amplitude térmica diária média de 4,5 °C e 5,5 °C, respetivamente, como foi observado na figura 11.

3.1.1.2. Humidade Relativa

Relativamente a humidade relativa (Hr), o gráfico da figura 12 traduziram as variações ao longo do ano. No que respeita a Hr média, constatarem-se a existência de dois picos, com os valores máximos que ocorreram no mês de Agosto e os mínimos no mês de Fevereiro, atingindo-se valores de 85 % e 78,5 %, respetivamente.

Em termos de valores extremos, verificaram-se uma variação dos extremos máximos semelhante a observada para a Hr média anual, registando-se valores entre os 95,3 % em Fevereiro e os 98,3 % em Setembro, enquanto os valores mínimos com um comportamento anual decrescentes, que variaram entre os 53,9 % em Maio e os 61,2% em Setembro.

A Hr média mensal não variaram muito durante o ano, durante o dia verificaram-se mudanças significativas.

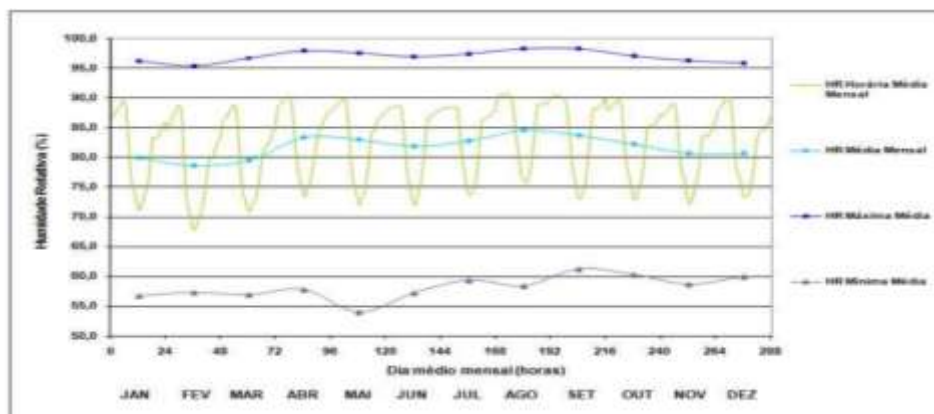


Figura 12: Variação da Humidade Relativa média mensal ao longo do ano para Luanda, (Esteves, 2009).

Os valores da Hr horária para cada mês, não diferem significativamente entre si, como ilustrados na figura 12, o que resultou numa variação ligeira da Hr média mensal, ao passo que a variação horária média da Hr foi mais visível, estando compreendida entre os 89,5 % registados às 6h e os 72,3% às 13h.

Considerando a existência de dois períodos estacionais durante o ano, tal como foi feito para a temperatura, observou-se através do gráfico da figura 13, que não existe grande diferença entre os valores registados durante o dia nestes dois períodos.

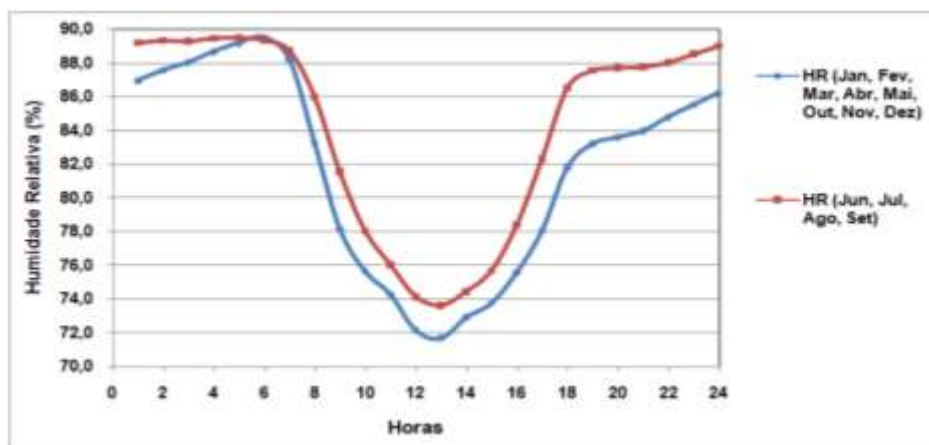


Figura 13: Variação da Humidade Relativa média de Luanda para dois períodos estacionais, (Esteves, 2009).

3.1.1.3. Precipitação

Com relação a precipitação, no gráfico da figura 14 observou-se a variação da quantidade de precipitação durante ano. Verificou-se também a ausência de chuva durante os meses de Cacimbo, isto é, durante o período de menos calor. Há ocorrência de precipitação nos meses em que as temperaturas são mais elevadas. Em termos médios, a precipitação durante um ano não ultrapassaram os 350 mm, nem os

120 mm mensais. Constatou-se que, apesar de valores elevadas Hr registados ao longo dos meses e do ano, que a precipitação foi reduzida.

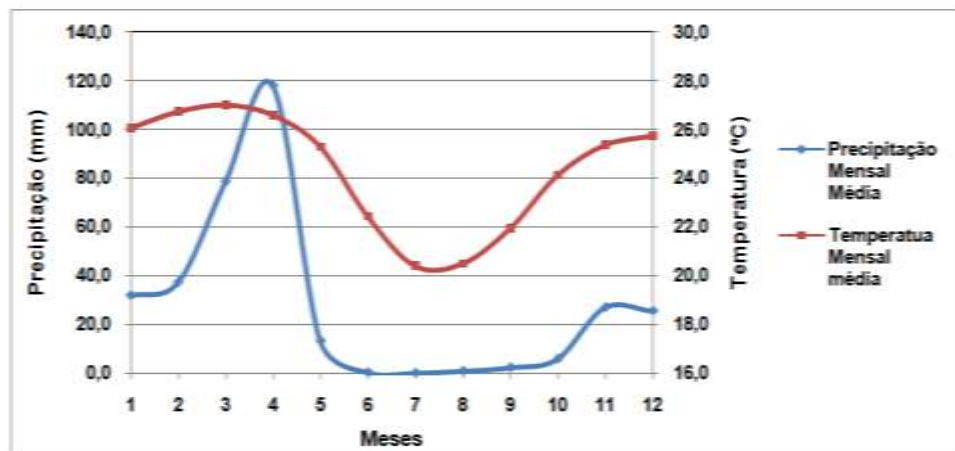


Figura 14: Variação da Precipitação e da Temperatura média mensal ao longo do ano para Luanda, (Esteves, 2009).

3.2. Área de estudo – Angola

3.2.1. Empresa

A SOMG (Sociedade de Operações e Manutenção de Gasodutos, S.A.) é uma sociedade anónima constituída ao abrigo das leis da Republica de Angola em 23 de Julho de 2009 e tem como acionistas as empresas *Sonangol*, *Chevron*, *BP*, *TOTAL* e *ENI*. É uma sociedade limitada por ações, responsável pela Operação e manutenção de toda a rede de gasoduto, a partir dos blocos petrolíferos do grupo em “offshore” até a fábrica de Gás Natural Liquefeito, propano e butano da Angola LNG em “onshore”.

O projeto Angola LNG permite o aproveitamento útil do gás natural, que de outro modo seria queimado nas áreas de produção petrolífera da zona marítima. Esse aproveitamento vai criar as condições necessárias ao desenvolvimento petrolífero sustentável. O projeto está inicialmente utilizar o gás natural associado dos blocos 0 e 14, 15, 17 e 18, incluindo o dos campos *Quiluma*, Enguia Norte, Atum e Polvo. O gás da zona marítima é recolhido e conduzido por gasoduto até uma unidade de liquefação situada em terra, perto da vila do Soyo, província do Zaire.

A SOMG foi a empresa selecionada como caso de estudo para avaliação de análise subjetiva, real com vista à proteção dos trabalhadores no ambiente de trabalho no escritório, no que se refere ao conforto térmico laboral. À Direção Geral da empresa tem escritório na capital do país, província de Luanda, onde estão representados todos os departamentos e direções. Os principais serviços da empresa encontram-se localizados na província do Zaire, no município do Soyo. Na figura 16 apresentam-se o

mapa da Republica de Angola e os trechos dos gasodutos da Angola LNG a partir dos blocos petrolíferos em “offshore”: 0 e 14 (Chevron), 15 (Exxon Mobil), 17 (Total) e 18 (BP) das suas associadas, ([http://www.wikipedia.org/wiki/Angola LNG](http://www.wikipedia.org/wiki/Angola_LNG)).

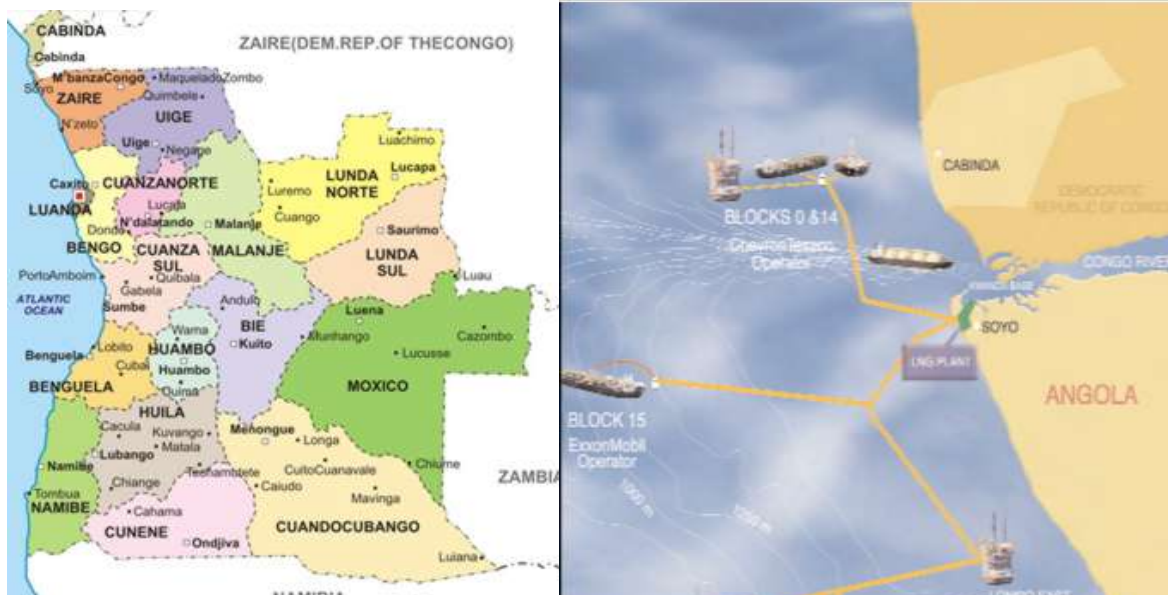


Figura 15: Mapa de Angola e, a área de exploração do gás natural do Projeto da Angola LNG, ([http://www.wikipedia.org/wiki/Angola LNG](http://www.wikipedia.org/wiki/Angola_LNG)).

3.2.2. Descrição simplificada das áreas de trabalho da SOMG



Figura 16: Fachada frontal do Escritório da SOMG no Soyo (foto fornecido por um dos trabalhadores da SOMG).

A1 - Finanças

Direção responsável pelos fluxos de caixa, contabilidade de custos, contabilidade analítica, análise financeira, gestão das dívidas, pagamentos e recebimentos.



Figura 17: Fachada frontal do Escritório da LNG & SOMG (foto fornecido por um dos trabalhadores).

A2 - Recursos Humanos

Direção responsável pela gestão do pessoal, recrutamentos, formações, gestão das efetividades, pontualidade, gestão dos benefícios e gestão das políticas de retenção do pessoal.

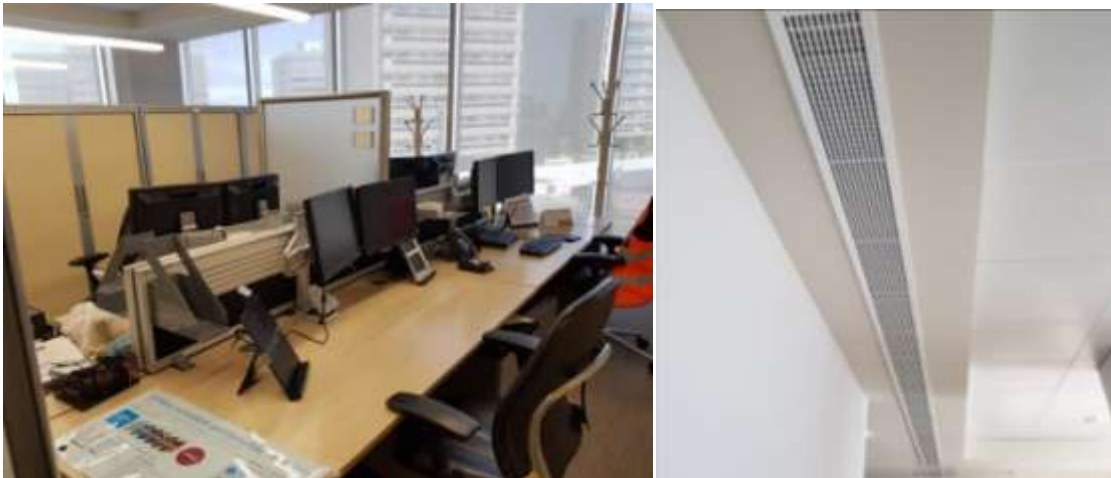


Figura 18: Interior do escritório de Luanda, (Foto fornecida por um dos trabalhadores, da SOMG).

A3 - SCM – Supply Chain Management – Logística

É a direção responsável pelas, compras, contratos com fornecedores, inventários, pela gestão de alojamento, transportes, escritório, movimentação e armazenamento de material.



Figura 19: Interior do escritório do Soyo, Foto fornecida por um dos trabalhadores, da SOMG.

A4- Operações

Direção responsável pela manutenção da rede de gasoduto e sistema de comunicações entre os blocos e a fábrica.



Figura 20: Trabalhador da área de operações ([http://www.wikipedia.org/wiki/Angola LNG](http://www.wikipedia.org/wiki/Angola_LNG))

A5 - Movimentação de gás

Área das operações, responsável pelo fluxo de gás recebido das plataformas e entregue a fábrica. Também se responsabiliza pela identificação, qualidade, quantidade e pressão do gás.

A6 – Segurança

Área da direção de Segurança que se responsabiliza pelo asseguramento das instalações da empresa, do pessoal e material/equipamento, controlo dos acessos e coleta de informações relacionado com a segurança pública.

A7 – HES (*health, safety and environment*)

Área da direção de SST (Segurança Saúde no Trabalho) e Ambiente é responsável pelas Inspeções de segurança das instalações e equipamento. Promove formações de combate a emergência no ambiente de trabalho, cultura de segurança, Controlo do sistema ergonómico, Coleta e fixação de informações relacionado com segurança.



Figura 21: Trabalhadores de SST/HES na estação de válvulas,
([http://www.wikipedia.org/wiki/Angola LNG](http://www.wikipedia.org/wiki/Angola_LNG)).

A8 - Engenharia de Sistema de controlo

Área da direção de engenharia, responsável pelo suporte ao sistema de gestão de gasoduto, o SCADA (Sistemas de Supervisão e Aquisição de Dados) e MGM (recetores com tecnologia de ponta nos sistemas VHF e Infravermelho), são suporte ao sistema eletrónico do centro de dados e monitoramento da qualidade de comunicação com os blocos.

O engenheiro de sistemas monitoriza a:

- Integridade do sistema de segurança e o controlo do processo;
- *Network* da área de processamento;
- O Sistema Logico da Planta (PLC- *Programmable Logic Controller*);
- E instala Sistema de SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*);
- Calibração e verificação dos equipamentos de processamento.

A9 – IT (Tecnologias de Informação)

Área da direção de engenharia, que monitoriza e mantém o sistema de *hardware* e *software* responsabiliza-se pela gestão do sistema de rede, servidores, gestão do sistema de segurança cibernética e análise de sistema de *software* específicos como SCADA e SAP (*Second Audio Program*).

3.2.1. Província de Luanda



Figura 22: Panorama da Baía de Luanda, (<https://pt.wikipedia.org/wiki/Luanda>).

Luanda é a capital de Angola e a sua maior cidade, sendo também a menor província, com 18.826 km² de área. Sua capital é Luanda. É constituída pelos municípios de Cacuaco, Cazenga, Belas, Icolo e Bengo, Luanda, Quissama e Viana. Sua população é aproximadamente de 7,1 milhões habitantes. Também é a província de mais industrializada com o maior crescimento económico, por ter sofrido poucos efeitos durante a guerra civil e, por ter beneficiado do êxodo das populações a partir das suas áreas de origem.

O clima da província de Luanda é semi-árido tropical quente (BSh), correspondendo ao clima quente e seco – desértico marítimo, com temperatura média anual entre os 25°C e os 26°C e máximo de 27°C, coincidindo com o período das chuvas. Os meses de Julho e Agosto são os meses mais frescos da província, especialmente no litoral, onde a temperatura desce um pouco abaixo dos 25°C. O clima da região é influenciado pela proximidade do mar e a corrente fria de Benguela e, apesar de não ser demasiado quente e seco, é húmido. A corrente fria de Benguela que impede na maior parte do ano a condensação da humidade para gerar chuva, causando em alguns anos secas entre Maio e Outubro. Frequentemente, o nevoeiro impede a queda significativa das temperaturas, nomeadamente durante os meses do Cacimbo (Junho, Julho e Agosto), mesmo assim elas podem descer facilmente aos 15 °C durante esta época. Nas zonas não urbanas, a vegetação mais comum é o capim e poucas árvores, com destaque para o imbondeiro, (<https://pt.wikipedia.org/wiki/Luanda>).

Luanda possui uma precipitação anual de 325 mm, mas a variabilidade está entre as mais altas do mundo, com um coeficiente de variação superior a 40%. O curto

período de chuvas nos meses de Março e Abril depende de uma contra - corrente de norte que traz humidade à cidade, Esteves (2009).

3.2.3. Província do Zaire

Zaire é uma província do norte de Angola, com uma área de 40.130 km², sua população aproximadamente é de 600.000 habitantes. A capital da província é a cidade de M'Banza Kongo (antiga São Salvador do Congo) e está distante de Luanda 481km. É constituída pelos municípios de *M'Banza Kongo, Soyo, N'Zeto, Cuimba, Noqui e Tomboco*.

O clima da província do Zaire é Tropical húmido e semi-árido, caracterizado por elevadas temperaturas ao longo do ano e o elevado teor de Humidade. A temperatura média anual da região varia de 24°C a 26°C, com precipitações quase o ano todo, tem duas estações, durante os meses de Novembro a Maio, a época é de chuvas e nos meses de Junho a Outubro a época seca, o cacimbo.

3.2.3.1. Localização geográfica do Soyo

Soyo é um município da província do Zaire (anteriormente conhecida como Santo António do Zaire) é uma cidade de Angola, Fica situada ao norte do País, já na fronteira com o Congo, com uma latitude de -6° 35' 13 S e Longitude de 13° 31' 10 E. A fábrica da Angola LNG está localizada na base logística do *Kwanda*, o onde são realizados os serviços de operação e manutenção do gasoduto de gás natural liquefeito.



Figura 23: Imagem de Satélite com a localização da fábrica da Angola LNG, na Base do Kwanda e identificação da área da Base do Kwanda encontram-se sublinhados a amarelo.



Figura 24: Imagem de Satélite da Base do Kwanda e foto ([http://www.wikipedia.org/wiki/Angola LNG](http://www.wikipedia.org/wiki/Angola_LNG)) do percurso do gasoduto da Angola LNG.

3.3. Qualidade do ar interior

Angola por ser país com uma percentagem bastante elevada de humidade relativa, aproximadamente 90%, deve ser dada atenção ao desconforto térmico provocado ao ambiente laboral. Quando os vapores de água ultrapassam os 65% no ambiente interior de um edifício, surgem os efeitos nocivos, doenças como: asma, sinusite, alergias do foro respiratório, cefaleias e outros. A qualidade do ar interior é afetada pelos problemas associados a qualidade do ar exterior, nomeadamente nos centros das cidades. O aumento de veículos motorizados, o mau cheiro e fumos provenientes da incineração dos resíduos sólidos urbanos nas áreas onde estas são depositadas (eg. Lixeiras), como também os fumos e poeiras provenientes de setores industriais, de ruas com asfalto deteriorado, vegetação insuficiente, fumos e ruídos provenientes da utilização energias alternativas de geradores a gasolina e Fuel óleo, que alimentam a maior parte das habitações, empresas e indústrias. Em Angola a energia elétrica é transportada pela Empresa Nacional de Eletricidade (ENE). Esta rede elétrica sofre inúmeras interrupções, com maior frequência na época em que as temperaturas são elevadas e época chuvosa, e também pela sobrecarga na rede por causa dos funcionamentos de aparelhos de ar – condicionado em quase todos os edifícios de habitação e de escritórios. Como energia elétrica alternativa para proporcionar conforto e qualidade do ar interior, leva a população, todos os serviços públicos, privados e outros a utilizarem a energia dos geradores a gasolina e Fuel óleo. O uso de geradores originam diversos problemas ambientais: a emissão de gases de efeito estufa como CO₂ para atmosfera, os resíduos proveniente da queima,

o ruído produzido no funcionamento destas máquinas afetam a qualidade do ar interior e a saúde humana.

4. Definição dos problemas e objetivos

Como ponto de partida esteve o método de avaliação identificado na pesquisa bibliográfica: o modelo da avaliação das respostas psicológicas, baseada no uso de escalas subjetivas de avaliação, regulada pela norma ISO 10551 (2001). A avaliação do conforto térmico é um processo cognitivo que envolve muitos dados influenciados por aspetos físicos, fisiológicos, psicológicos e outros (ASHRAE, 2001). Assim, para testar essa hipótese, aplicou-se o método de escalas subjetivas de avaliação (ISO 10551, 2001). Como se pode observar no anexo 1.

Para obtenção de informações sobre o conforto térmico, na realização deste trabalho, utilizou-se como instrumento de investigação um inquérito junto aos funcionários de uma empresa SOMG em Angola. País cujo clima caracteriza-se como tropical húmido com a predominância de duas estações indicadas, a época quente e o cacimbo.

Em Angola, o conforto térmico já tem sido tema de debate nos projetos arquitetónicos com alguns trabalhos publicados nesta área. Porém, pouco se fala sobre o conforto térmico laboral. Este tema apresenta uma vasta necessidade de pesquisa e, como forma de contribuir para preencher esta lacuna tenciona-se por meio deste trabalho trazer o panorama de aspetos importantes a serem considerados numa análise climática do interior de uma empresa e por meio destes detetar a perceção dos trabalhadores em relação ao ambiente no escritório.

Para a realização deste exercício não considerou-se apenas à influência do clima exterior no conforto térmico e na disposição para o trabalho, mas também, o calor introduzido pelas atividades desenvolvidas, o isolamento térmico do vestuário, equipamentos envolvidos nos processos, as características construtivas dos edifícios e a sua capacidade de manter as condições internas adequadas no que se refere ao conforto das pessoas.

4.1. Objetivo geral

O objetivo geral desta pesquisa assenta na avaliação de método subjetivo proposto pela norma ISO 10551 (2001) para um número significativo trabalhadores em

ambiente de escritório da empresa em questão, numa região de estudo com predominância para um clima tropical húmido.

4.2. Objetivos específicos

Os Objetivos específicos assentam-se numa:

- ❖ Avaliação do conforto térmico dos trabalhadores, tendo como base um método subjetivo;
- ❖ Avaliação do ambiente térmico de postos de trabalho;
- ❖ Análise de eventuais relações causa-efeito no conforto térmico, face às opções de arquitetura e instalações técnicas especiais.

5. Metodologia

Para a realização deste trabalho realizou-se a diversas pesquisas quantitativas com objetivos exploratório na área do conforto térmico em escritórios, com real interesse de se identificar a opinião dos trabalhadores (população com as mesma características ou amostra) em relação ao conforto térmico do ambiente de trabalho. Na SOMG efetuaram procedimentos em conformidade com as normas da Qualidade *ISO* 9001, Ambiental *ISO* 14001, Segurança e Saúde do Trabalho *OHSAS* 18001 e *OIT*, contudo ainda não foi realizada a avaliação de conforto térmico do ambiente no posto de trabalho. Os procedimentos técnicos utilizados foram pesquisas bibliográficas de livros, teses e artigos publicados, normas *ISO*, *ASHRAE* e Diretivas Portuguesas, apoiados em promover a melhoria do desempenho energético dos edifícios e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios. No desenvolvimento do estudo experimental foi utilizado o instrumento inquérito e sua validação.

5.1. Amostra

As pesquisas estabelecem generalizações a partir de estudos de grupos de indivíduos denominados população da empresa SOMG que continha no seu quadro um universo de setenta trabalhadores ($N=70$). A população representa a totalidade de indivíduos que possuem as mesmas características. As pesquisas, porém, são feitas com uma parte, denominada amostra, que é uma parcela convenientemente selecionada do universo (Marconi & Lakatos, 2003). Esta abordagem, muitas vezes

imprescindível, nem sempre é desejável, principalmente em populações reduzidas. No presente estudo participaram do inquérito no total uma amostra cinquenta trabalhadores (n=50), distribuídos pelas direções da SOMG.

5.2. Metodologia de pesquisa de campo

A metodologia de pesquisa de campo foi a adaptativa, realizada aos trabalhadores da SOMG. Nesta pesquisa foram analisadas as características de gerais das edificações a onde estão localizados os escritórios, para isso, observaram-se as respostas da ficha de observação onde ser verificados os componentes dos aspetos construtivos e constata que a aclimatização é realizada por ar – condicionado. A ficha foi preenchida pelo chefe de departamento HSE e através de fotografias fornecida por um dos trabalhadores, foi comprovada a existência dos alguns elementos requeridos. No inquérito realizado, dos 70 trabalhadores que constavam do quadro de funcionários, 50 responderam as questões de cinco blocos perguntas como: elementos de identificação, sintomatologia, ambiente e vestuário. A pesquisa Justifica-se devido à necessidade de fazer conhecer a importância avaliação do conforto térmico no bem-estar e satisfação dos trabalhadores, em ambientes climatizados.

5.2.1. Fluxograma de pesquisa de campo

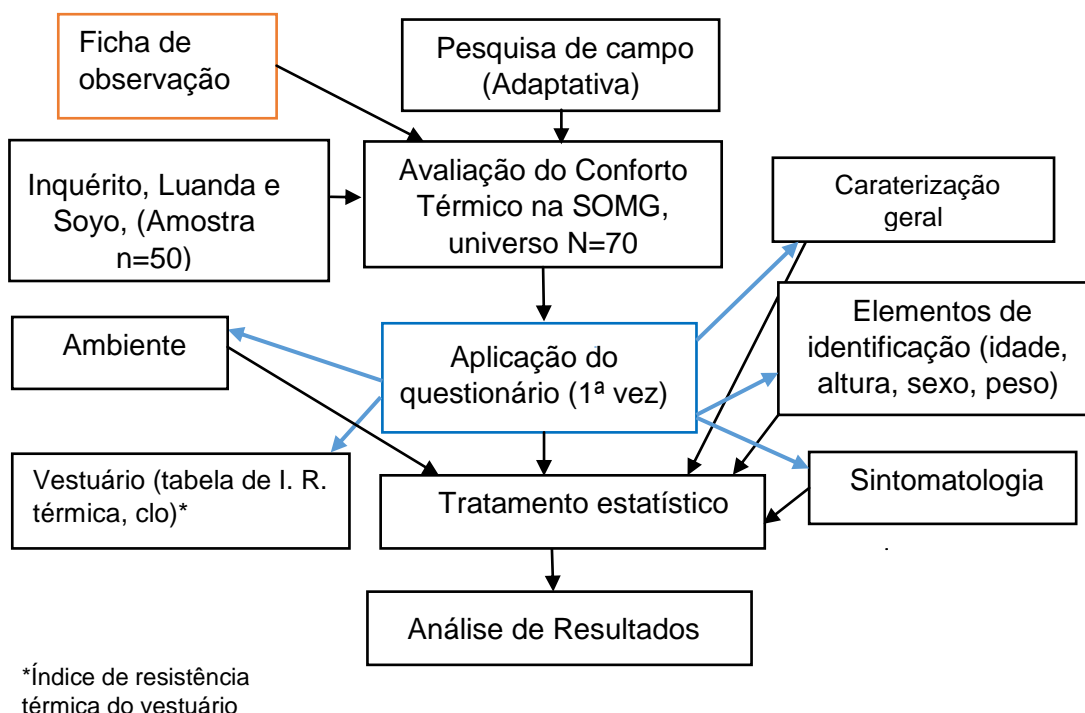


Figura 25: Fluxograma da Metodologia de pesquisa de campo.

5.4. Procedimentos

Tendo como base os objetivos anteriormente apresentados, destacam-se as seguintes fases desenvolvidas:

1. Avaliação do conforto térmico, tendo como base o clima das províncias de Luanda e do Zaire;
2. Aplicação de questionário de avaliação das respostas psicológicas, baseado no uso de escalas subjetivas de avaliação, regulada pela norma ISO 10551 (2001);
3. Tratamento estatístico descritivo;
4. Emissão de eventuais recomendações de utilização de ferramentas para análise de conforto térmico.

5.4.1. Diagrama de intervenção

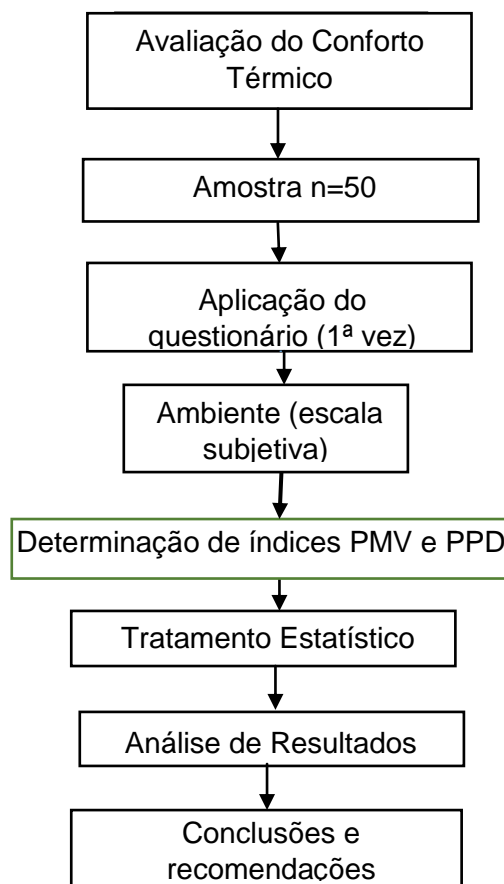


Figura 26: Fluxograma da análise de avaliação do conforto.

6. Avaliação subjetiva

O conflito deste método de avaliação, também consagrada em norma, à semelhança do modelo de prognóstico de conforto térmico, neste ponto destacamos os autores, Goedert & Batiz (2006) que afirmaram “que a forma e o método de administração das escalas são importantes e devem ser cuidadosamente planeados. Importantes detalhes devem ser considerados como: especificidade, linguagem, clareza, questões tendenciosas, influência, questões embaraçosas, suposições e questões impessoais”. Os princípios e metodologias para construção e uso de escalas de avaliação do ambiente são abordados pela norma ISO 10551 (2001) e aprofundados neste capítulo. Assim, este modelo privilegia a interação com os ocupantes das edificações, sendo eles os responsáveis diretos pela avaliação através de baterias de questionários.

6.1.1. Períodos do inquérito

Foram realizados os inquéritos nos escritórios de Luanda e Soyo, numa época que as temperaturas eram elevadas, especificamente nos meses de Janeiro e Fevereiro do ano 2016.

6.2. Inquérito

Após o levantamento bibliográfico, e definição dos objetivos a atingir, elaborou-se um questionário que foi distribuído para todos os departamentos e setores, para avaliação das perceções térmicas dos trabalhadores, constituído por cinco partes:

- I. Caracterização geral;
- II. Elementos de identificação;
- III. Sintomatologia;
- IV. Ambiente;
- V. Vestuário.

Algumas questões tiveram como objetivo a entrada de dados para o modelo subjetivo, outras para a avaliação dos índices PMV e PPD. Considerou-se importante apresentar alguns pormenores pertinentes, que foram ponderados na elaboração do inquérito:

- **O horário de trabalho:** permite avaliar eventuais flutuações do conforto térmico ao longo da jornada de trabalho;

- **A idade:** os idosos frequentemente preferem ambientes mais quentes às pessoas jovens, pois o metabolismo basal decai ligeiramente com o avançar da idade (Costa, 2003), para o clima tropical húmido verifica-se que prefere climas ligeiramente mais frios;
- **O género:** alguns estudos apontam as mulheres preferindo temperaturas ambientes ligeiramente mais altas do que os homens (Costa, 2003);
- **A altura e o peso:** o porte físico e a percentagem de gordura, excelente isolante térmico, são duas informações importantes para a sensação de conforto térmico. Além disso, as pessoas obesas tendem a preferir ambientes mais quentes (Costa, 2003);
- **A sintomatologia:** embora o presente estudo não teve como objetivo a avaliação de causa – consequência médica, optou-se por levantar alguns sintomas relacionados com o ambiente de trabalho, suas instalações de ventilação e ar condicionado. O facto de algumas pessoas apresentarem sintomas como, dores de cabeça, dores de garganta ou irritação nos olhos é um grande indicador de problemas na qualidade do ar interior, pelo que pretendem avaliar alguma correlação com os resultados a obter pelos índices trabalhados;
- **O ambiente:** As questões em causa estão padronizadas pela norma ISO 10551 (2001), avaliação da influência do ambiente térmico usando escalas de julgamento subjetivo, pois de acordo com Parsons (2000), nenhum modelo fornece uma avaliação mais precisa para medição das respostas psicológicas. As escalas de avaliação subjetiva fornecem dados confiáveis e comparáveis sobre os aspetos subjetivos do conforto térmico. Entende-se por aspetos subjetivos os relativos ao sujeito avaliado (aqui designado por trabalhador). A elaboração das perguntas seguiu as especificações da norma ISO 10551 (2001), tendo as principais diretrizes:
 - a) Quanto às perguntas referentes ao estado térmico do avaliado foram formuladas três questões no âmbito: da sensação, da estimativa e da preferência térmica. A primeira questão trata do âmbito “sensação” e refere-se ao estado térmico em que o trabalhador se encontra naquele exato momento. As opções de respostas disponíveis são apresentadas numa escala simétrica bipolar de sete graus, sendo o ponto central denominado neutro. A segunda questão, do âmbito “estimativo”, diz respeito à condição em que o avaliado se encontra no ambiente, naquele exato momento. A terceira questão, do âmbito “preferência”, avalia a preferência térmica do sujeito naquele exato momento;

- b) Quanto às questões referentes ao ambiente térmico foram formuladas duas questões: a primeira trata da aceitabilidade do ambiente térmico ao nível pessoal e a segunda, trata da tolerância do trabalhador à condição térmica do ambiente;
- **O vestuário:** Segundo Costa (2003), assume um papel importante nos ganhos/perdas de calor do corpo humano, devido às trocas térmicas por condução, radiação e convecção com o ambiente, pois comporta-se como isolante térmico; ela reduz as trocas de calor entre a pele e o meio ambiente, sendo, ainda, a mudança de roupa a forma mais dominante de adaptação. Para cada tipo de roupa, existe um índice de resistência térmica, pelo que estes valores foram tidos em conta aquando do cálculo dos índices. (Silva, 2010)

6.2.1. Particularidades de aplicação do inquérito

As palavras aplicadas nas respostas disponíveis seguem a recomendação do anexo I da norma ISO 10551.

Após a entrega do questionário foi fornecido todos os esclarecimentos relativos ao seu adequado preenchimento.

6.2.2. Ficha de observação

A ficha de observação, conforme mencionado no capítulo enquadramento, tinha como objetivo a recolha de elementos de caracterização do posto de trabalho com eventual influência ao nível do conforto térmico. O seu desenvolvimento assentou na necessidade de recolha e análise sistematizada, de elementos passíveis de análise visual, dividida em três áreas fundamentais, a saber:

- a. Caracterização do edifício, localização e instalações de climatização;
- b. Validação das fotos;
- c. Croqui.

Observações feitas através das fotografias permitiram validar a existência, ou não, de ar condicionado frio, pala protetora, zona de sombreamentos externos, estore/pala interior e se o edifício era de construção tradicional.

7. Apresentação dos resultados

Os dados apresentados nos resultados foram obtidos através do instrumento questionário.

7.1. Caracterização da amostra

Participaram no estudo cinquenta trabalhadores, doze do sexo feminino (24%) e trinta e oito do sexo masculino (76%).

Destes cinquenta, 48 foram inquiridos no mês de Janeiro entre os dias 12 e 13 e, dois no mês de Fevereiro de 2016.

A maior parte dos trabalhadores (90%), apresentava idade compreendida entre 21 e 40 anos. 10% dos trabalhadores tinham idades compreendidas entre os 41 e os 60 anos.

A altura média dos participantes é de 1,77 metros e um peso médio de 76,9 kg conforme é possível observar na tabela 8.

Tabela 8: Médias (M), Desvios-padrão (DP) e valores mínimos e máximos observados da altura, peso dos sujeitos no geral.

	Época	M	DP	Mínimo	Máximo	N
Altura	Quente	1,77	0,09	1,60	1,92	50
Peso		76,9	11,7	60,0	118	50

Os dados descritivos (Apêndice I.1.1._Caracterização da Amostra – Geral;) relativos ao período de cada sujeito e ao seu local de trabalho, no geral na época quente, encontram-se resumidos na tabela 9 destacou-se que 54% trabalhavam das 8h00 às 17h30.

Tabela 9: Frequências Absolutas (ni) e Relativas (fi) referentes ao Período de trabalho dos participantes.

Período	Época	ni	Fi
5 - 17:00	Quente	1	2,0%
6 - 18:00		1	2,0%
7 - 13:00		1	2,0%
7 - 16:30		1	2,0%
7 - 16:30		16	32,0%
7 - 18:30		1	2,0%
8 - 15:30		1	2,0%
8 - 16:30		1	2,0%
8 - 17:30		27	54,0%
Total Geral		50	100,0%

7.1.2. Estatística descritiva

Nesta tabela, apresentam-se as frequências, absolutas e relativas, do item 7 do inquérito aplicado aos trabalhadores, optou-se por levantar alguns sintomas relacionados com o trabalho, suas instalações de ventilação e ar condicionado, (Apêndice I.2_Sintomatologia – no Geral).

Tabela 10: Frequências Absolutas (ni) e Relativas (fi) da variável “Sintomatologia” na época quente.

N	Época	Sintomas	ni	Fi
50	Quente	Dor de cabeça	10	20,0%
		Dor de cabeça, Dor nos músculos	1	2,0%
		Dor de garganta, Dor de ouvido	1	2,0%
		Dor nos músculos	4	8,0%
		Irritação nos olhos	5	10,0%
		Sem sintomas	29	58,0%

Seguidamente, apresentam-se médias, os desvios-padrão e os valores mínimos e máximos do item “Ambiente” por época e no geral (Apêndice I.3_Ambiente – no Geral).

Tabela 11: Médias (M), Desvios-padrão (DP) e valores mínimos e máximos observados do “Ambiente” no geral.

Item	N	Época	Média	DP	Máximo	Mínimo
8	50	Geral (Quente)	10	12,4	34	1
9			16,7	18,1	42	1
10			12,5	12,1	32	2
12			25	21	46	4

O Item 11, a questão tratava-se da aceitabilidade do ambiente térmico ao nível pessoal à condição térmica do ambiente, foi tratado singularmente (Apêndice I.3 _Ambiente Térmico – no Geral) dado ser variável nominal. Resume-se aqui, os dados fundamentais referentes a esse mesmo item.

Tabela 12: Frequências Absolutas (ni) e Frequências Relativas (fi) do “ambiente térmico” por época e no geral

Item	N	Época	Ambiente	ni	Fi
11	50	Quente	Aceitável	50	100%
			Não Aceitável	0	0%

Optou-se também pela apresentação de frequências, absolutas e relativas, dos itens 8, 9, 10 e 12, para facilitar a leitura dos mesmos Item 8 apresentado na tabela 11; item 9 na tabela 12; item 10 na tabela 13 e, por fim, item 12 na tabela 14. (Apêndice I.3.1_Frequências relativas e absolutas dos itens 8, 9, 10 e 12 – no geral).

A primeira questão do item 8 tratava-se do âmbito “sensação” e refere-se ao estado térmico em que o trabalhador se encontrava naquele exato momento.

Tabela 13: Frequências Absolutas (ni) e Relativas (fi) dos item 8 (Ambiente) no geral (época Quente).

n	Item	Época	Respostas	ni	Fi
50	8	Quente	Ligeiramente Frio	3	6,0%
			Ligeiramente Quente	10	20,0%
			Muito quente	2	4,0%
			Neutro (nem quente nem frio)	34	68,0%
			Quente	1	2,0%

A questão do item 9, do âmbito “estimativo”, diz respeito à condição em que o avaliado se encontrava no ambiente, naquele exato momento.

Tabela 14: Frequências Absolutas (ni) e Relativas (fi) do item 9 (Ambiente) no geral.

N	Item	Época	Respostas	ni	Fi
50	9	Quente	Confortável	42	84,0%
			Extremamente Desconfortável	1	2,0%
			Ligeiramente Desconfortável	7	14,0%

A questão do item 10, do âmbito “preferência”, avaliava a preferência térmica do sujeito naquele exato momento.

Tabela 15: Frequências Absolutas (ni) e Relativas (fi) do item 10 (Ambiente) no geral.

n	Item	Época	Respostas	ni	Fi
50	10	Quente	Ligeiramente mais fresco	13	26,0%
			Ligeiramente mais quente	2	4,0%
			Mais fresco	3	6,0%
			Sem mudança (conforme estou)	32	64,0%

A questão do item 12 relacionava-se a tolerância do trabalhador à condição térmica do ambiente.

Tabela 16: Frequências Absolutas (ni) e Relativas (fi) do item 9 (Ambiente) no geral.

n	Item	Época	Respostas	ni	Fi
50	12	Quente	Ligeiramente difícil de tolerar	4	8,0%
			Perfeitamente tolerável	46	92,0%

7.2. Isolamento térmico

A roupa comporta-se como isolante térmico, ela reduz as trocas de calor entre a pele e o meio ambiente. Para cada tipo de roupa, existe um índice de resistência térmica, pelo que estes valores foram tidos em conta aquando do cálculo dos índices. Na figura 41 visualiza-se o resultado obtidos de isolamento térmico, através da pergunta treze do questionário aplicado. Pelas respostas dadas pelos inqueridos destacou-se o valor médio de 0,50 clo na época quente.

7.3. Fichas de Observação

O quadro seguinte fornece, para cada escritório, uma caracterização geral da construção, assim como, das instalações técnicas especiais com relevância para o estudo obtido através da ficha de observação (Anexo II).

Tabela 17: Características dos edifícios e instalações de ventilação /climatização.

Escritórios	Existência de:										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Escritório de Luanda	X		X		X	X	X	X			X
Escritório do Soyo	X		X		X	X	X	X		X	

Legenda:

- 1 - Existência de ar condicionado – Frio
- 2 - Existência de ar condicionado – Quente (inverter)
- 3 - Existência de renovação de ar
- 4 - Existência de ventilação natural
- 5 - Existência de ventilação mecânica
- 6 - Existência de pala protetora
- 7 - Existência de zona de sombreamentos externos
- 8 - Existência de edifício tradicional
- 9 - Existência de edifício amovível
- 10 - Existência de estore/Pala interior
- 11 - Existência de vidro com proteção térmica

8. Discussão

8.1. Dados da amostra

A partir dos dados da amostra, como foi possível observar ao longo do estudo, não foram efetuadas correlações que muitas das vezes são apresentas em outros estudos, nomeadamente:

- Sexo – dos trabalhadores da SOMG que participaram do inquérito, 24% foram do sexo feminino e 76% masculino. Alguns estudos apontam que as mulheres preferem temperaturas ambientes ligeiramente mais altas do que os homens (Costa, 2003); verificou-se neste estudo que preferências térmicas foram semelhantes para ambos sexos.



Figura 27: Representação gráfica número de trabalhadores por sexo.

- A altura e o peso – neste trabalho não foi determinada o índice de massa corporal dos trabalhadores. A altura média dos trabalhadores foi de 1,77 m e o peso 76,9 kg.
- Idade – A população estudada era relativamente jovem, 90% dos trabalhadores que participara do estudo tinham idade compreendida entre 21 – 40 e 10% de 41 - 60. Para o clima tropical húmido verificou-se que os trabalhadores mais velhos preferiam climas ligeiramente mais frios;

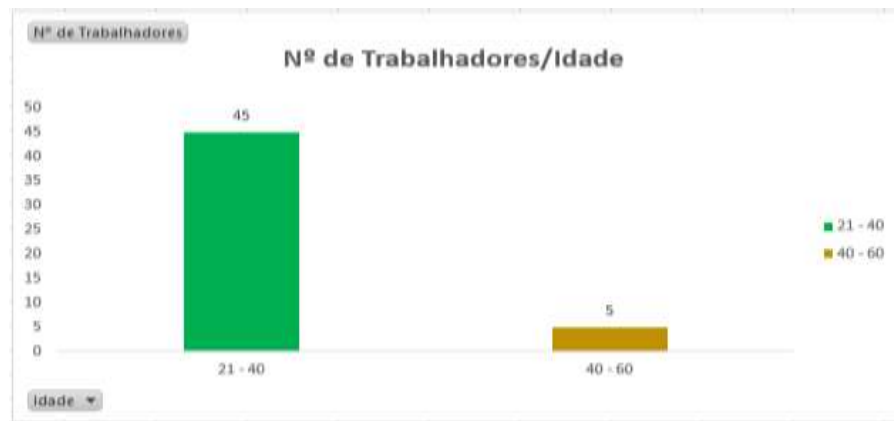


Figura 28: Representação gráfica de número de trabalhadores por idade.

- Período – foram verificados neste inquérito que a maioria dos trabalhadores, 54% tinha um período de trabalho das 8H – 17:30 e 32% trabalhava da 7H – 16:30, verificou-se que alguns trabalhos tinha períodos laboral diferentes.

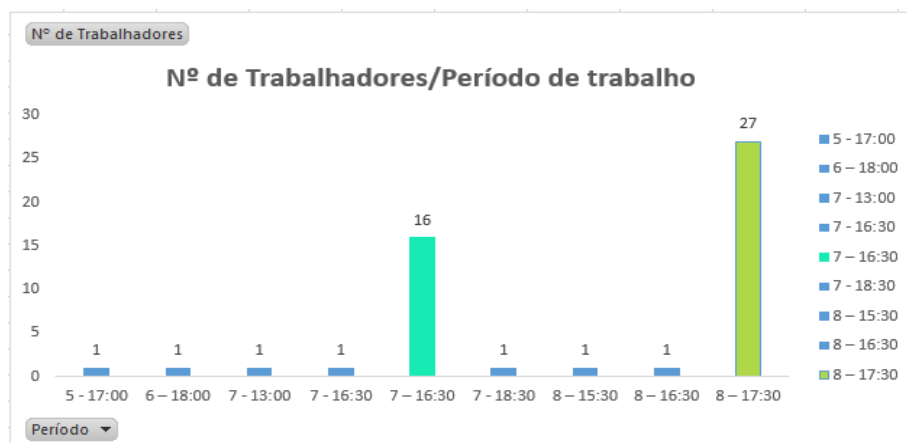


Figura 29: Representação gráfica de número de trabalhadores por período de trabalho.

- Local de Trabalho – Os inquérito foram realizados aos trabalhadores da SOMG nos escritórios de Luanda com 32%, contudo 68% trabalhava na cidade do soyo, província do Zaire onde são prestados os serviços de operação e manutenção gasoduto de gás natural liquefeito para Angola LNG.

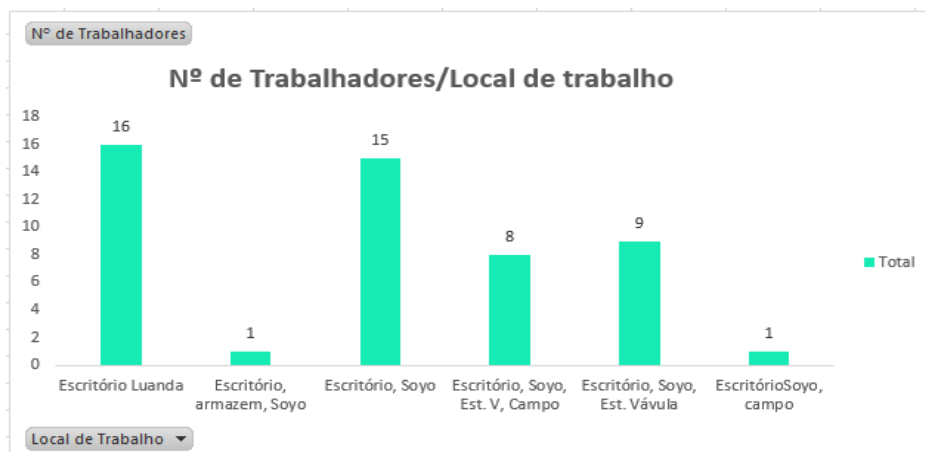


Figura 30: Representação gráfica de número de trabalhadores por local de trabalho.

- Áreas de trabalho – dos trabalhadores que participaram do inquérito, 32% foram das Operações (escritórios do Soyo), 14% da área de Logística, 14% da área de Finanças, 12% de IT (para as três áreas alguns dos trabalhadores pertencem aos escritórios de Luanda e outros aos do Soyo), 10% da área de gás movimento, 8% HES (escritório do Soyo), e em percentagem menores o RH com 6%, 2% em engenharia de projeto (ambos dos escritórios de Luanda) e 2% em engenharia de sistema de controlo (escritório do Soyo).

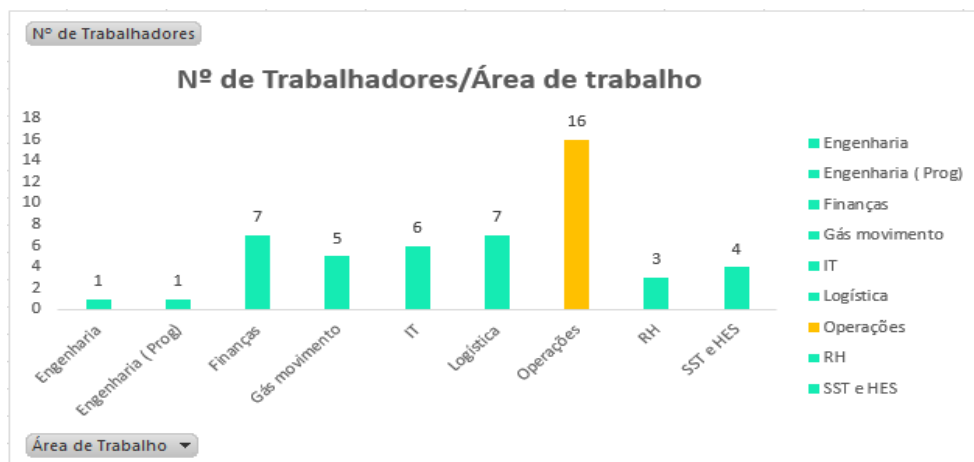


Figura 31: Representação gráfica de número de trabalhadores por área de trabalho.

8.2. Sintomatologia

O bloco sintomatologia não teve como objetivo a avaliação de causa/consequência médica. Ainda assim, decidiu-se efetuar o levantamento de alguns sintomas, relacionados com a qualidade do ar interior e a sua relação com a atividade realizada. Não foram observadas diferenças significativas entre os grupos. Das respostas

obtidas, 58% trabalhadores não apresentaram nenhum sintoma, 20% sentiam dor de cabeça, 10% irritação nos olhos, 8% dores musculares, 2% sentiram ao mesmo tempo dor de cabeça e dor musculares e 2% dor de garganta e dor do ouvido, conforme observado na figura 32.

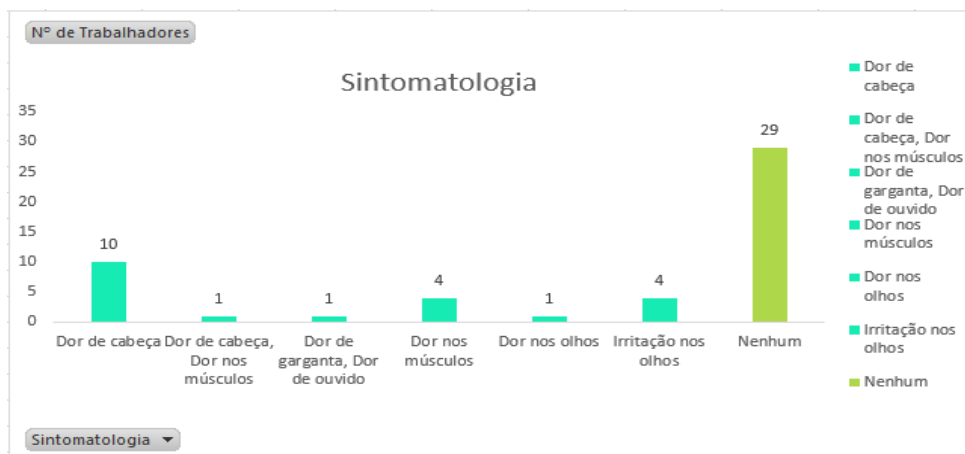


Figura 32: Representação gráfica de sintomatologia em relação a qualidade do ar interior.

8.3. Avaliação subjetiva

Para identificação do conforto ou desconforto sentido pelos trabalhadores da SOMG, foram realizadas cinco perguntas relacionadas com o ambiente do posto de trabalho. As respostas do item 8 pergunta do âmbito sensação, serviram como dados de entrados para a determinação do PMV e o PPD, obtidos pelo intermédio de gráficos através do *software Excel*. Quanto às perguntas referentes ao estado térmico do avaliado foram formuladas três questões nos âmbitos: da sensação, da estimativa e da preferência térmica. No âmbito da “sensação” no item 8 do inquérito, A pergunta realizada foi: “Como se sente neste preciso momento? Dos trabalhadores 68,0% responderam que se sentiam neutro (0 na escala estimativa ou subjetiva); Observou-se que 2,0% consideraram estar quente (+2); 4,0% muito quente (+3); 20,0% ligeiramente quente (+1) e 6,0% ligeiramente frio (-1). Neste âmbito foram observados mais de 50% de trabalhadores com sensação de conforto neutra, como se observou-se na figura 33.

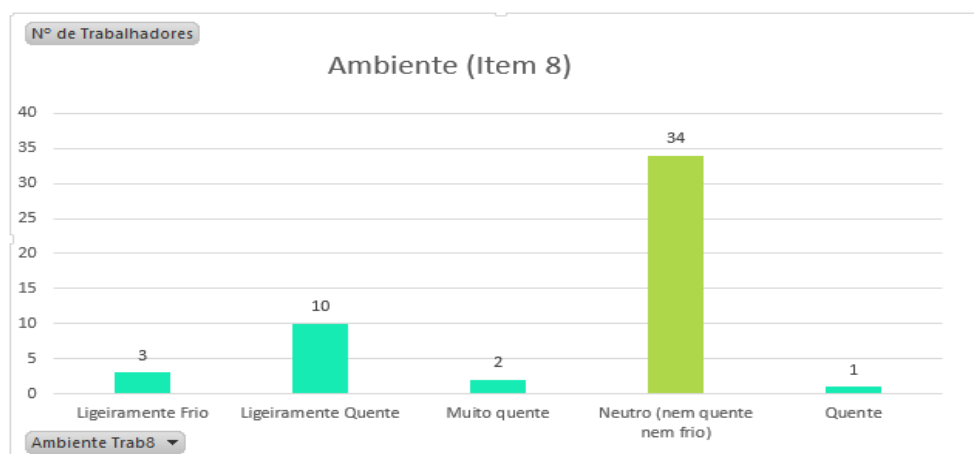


Figura 33: Representação gráfica da questão como o trabalhador sente-se no momento em que foi questionado.

A segunda questão do âmbito “estimativo” diz respeito à condição em que o avaliado se encontrava no ambiente, naquele exato momento. A pergunta realizada foi: “Como está o ambiente térmico do seu posto de trabalho, neste momento”? Dos trabalhadores avaliados 84,0% consideram estar confortáveis (0 na escala), 14,0% ligeiramente confortáveis (-1;+1) e 2,0% extremamente desconfortáveis (-3;+3), para as duas últimas respostas significa por frio ou calor, a questão não foi aprofundada, como foi observado na figura 34.

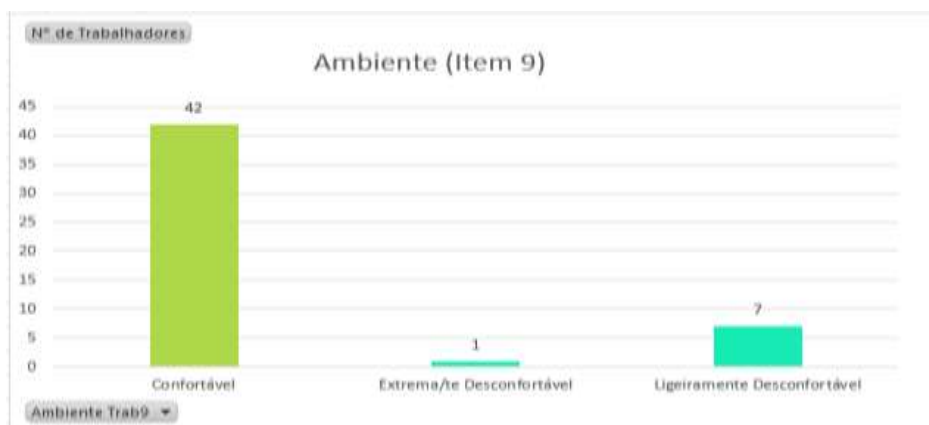


Figura 34: Representação gráfica da questão do âmbito estimativo.

A terceira questão, do âmbito “preferência”, avalia a preferência térmica do trabalhador naquele exato momento, tendo em conta a pergunta, “Como preferia estar agora?”, do item 10 do questionário, 64,0% dos trabalhadores preferia estar sem mudança ou neutro (0 na escala subjetiva). Foram observadas necessidade de mudanças por parte um grupo menor de trabalhadores. Destes 26,0% preferia

estar ligeiramente mais fresco (-1), 6,0% mais fresco (-2) e 4,0% ligeiramente mais quente (+1), como verificou-se na figura 35.

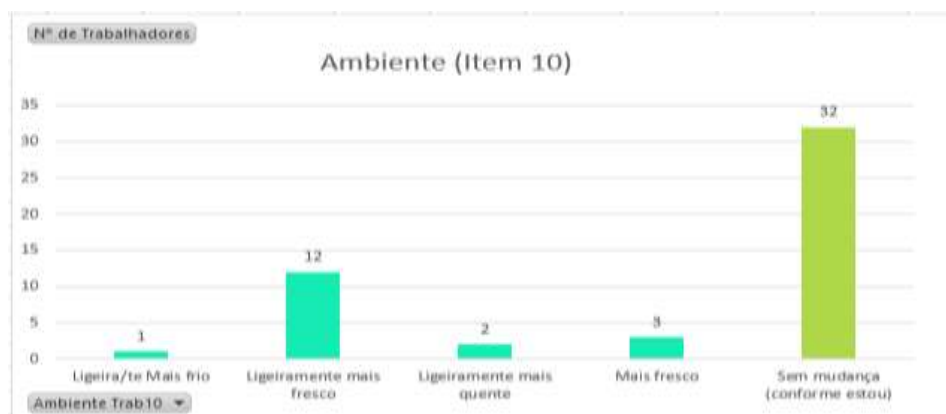


Figura 35: Representação gráfica da questão do item 10 do âmbito preferência.

Quanto às questões referentes ao ambiente térmico foram formuladas duas questões: a primeira trata da aceitabilidade do ambiente térmico ao nível pessoal e a segunda, trata da tolerância do trabalhador à condição térmica do ambiente.

A questão referente aceitabilidade do ambiente térmico ao nível pessoal, no item 11 a pergunta realizada foi: “Como julga o ambiente térmico no seu posto de trabalho”? Houve duas opções de respostas: aceitável ou não aceitável e, observou-se que no geral 100% dos trabalhadores consideraram o ambiente aceitável, observado na figura 36.

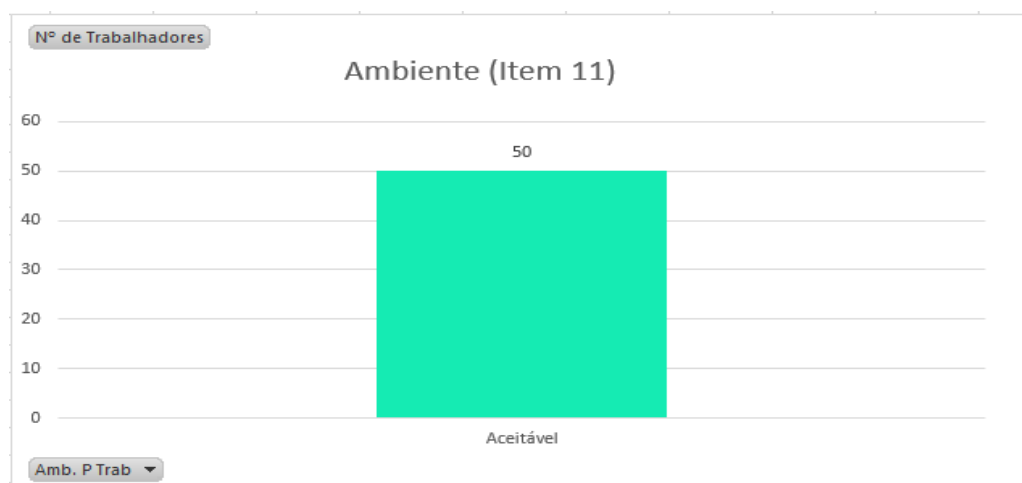


Figura 36: Representação gráfica de como o trabalhador julga o ambiente térmico no seu posto de trabalho.

No item 12, referente tolerância do trabalhador à condição térmica do ambiente a pergunta realizada aos trabalhadores foi: “Na sua opinião este ambiente térmico é”?

Segundo as opções de respostas, 92% dos trabalhadores acharam-no perfeitamente tolerável (0 da escala subjetiva) e os outros 8% consideraram que era ligeiramente difícil de tolerar (-1/+1), como observou-se na figura 37.

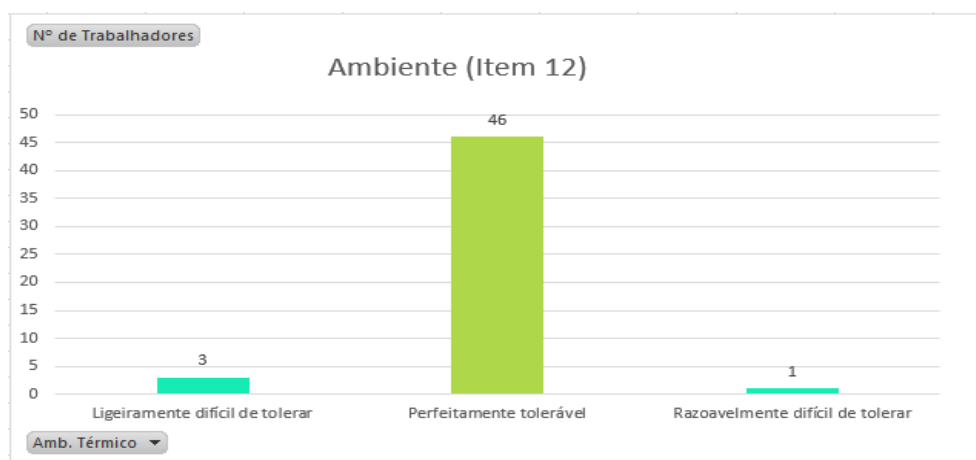


Figura 37: Representação gráfica da opinião do trabalhador de como o ambiente térmico é.

As escalas de avaliação subjetiva forneceram dados confiáveis e comparáveis sobre os aspetos subjetivos do conforto térmico.

8.3.1. Isolamento térmico

O vestuário foi identificado como uma contribuição para o conforto térmico ou eventual desconforto. A roupa é como que uma primeira aproximação, um qualquer material que prende as camadas de ar.

No âmbito vestuário a questão foi: assinale quais as roupas que tem vestidas neste momento. Segundo as respostas dos trabalhadores relacionadas a vestuário usado pelos trabalhadores no momento em que responderam as perguntas formuladas no inquérito, foram observados os valores médios obtidos através de tabelas de isolamento térmico do vestuário, com um padrão de resistência de 0,50 clo que normalmente tem sido o esperado para época quente ou no verão em climas tropicais quando as pessoas usam roupas leves, obtendo-se 100%, representado o total da amostra, como se observou na figura 38.



Figura 38: Representação gráfica do vestuário de verão dos trabalhadores.

8.3.2. Voto Médio Estimado (PMV) subjetivo

No presente trabalho, assim como em outros estudos de avaliação de conforto térmico, a sensação térmica relatada pelos ocupantes é relacionada com a percentagem de pessoas insatisfeitas. Para tal, utilizaram o critério adotado por Fanger (1972), o qual considera como insatisfeitos somente aqueles que obtiveram votos +3,+2,-2,-3 na associação com a escala de percepção térmica. Lazzarotto (2007) afirma que a escala de percepção de 7 pontos não prevê o voto +0,5 ou -0,5, o que segundo a ISO 7730 (2005), representaria uma faixa de aceitabilidade térmica. No seu estudo considerou que o ocupante que vote +1 possa estar a votar de +0,1 até +1,0. Dessa maneira, a amplitude de voto podia ser subdividida como se fosse de +0,1 a +0,5 (conforto) e de +0,6 a +1,0 (desconforto). A mesma analogia podia ser efetuada para o voto -1. Mas, neste estudo, optou-se por criar uma variável transformada do PMV Subjetivo, obtendo-se assim PMV Subjetivo_05, onde 50% dos ocupantes que votaram -1 ou +1 foram transformados em - 0,5 ou 0,5. Os valores médios obtidos entre as duas variáveis são idênticos.

8.3.2.1. PMV subjetivo vrs PMV subjetivo_05

Na sequência do referido anteriormente, apresentam-se as percentagens de respostas obtidas, na escala de sensações, para as variáveis PMV Subjetivo e PMV Subjetivo_05, respetivamente, nas figuras 39 e 40.

No âmbito da “sensação” no item 8 do inquérito, A pergunta realizada foi: “Como se sente neste preciso momento? Conforme as respostas dadas pelos trabalhadores obteve-se o PMV Subjetivo, conforme se observou na figura 39.

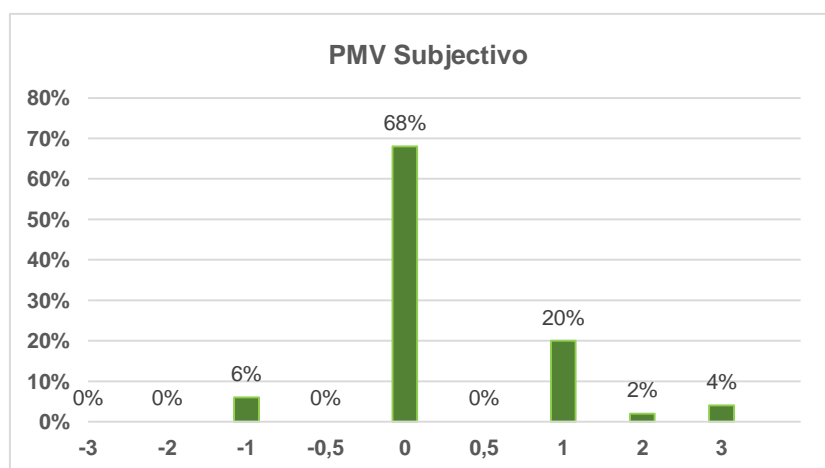


Figura 39: Gráfico PMV subjetivo

Destacaram-se 68% de votantes em 0 (34 observações, da tabela 18) e 6% resultantes da soma dos votantes em +2 e +3 (3 observações, da tabela 19).

Criou-se uma variável transformada do PMV Subjetivo, obtendo-se assim PMV Subjetivo_05, onde 50% dos ocupantes que votaram -1 ou +1 foram transformados em -0,5 ou 0,5. Os valores médios obtidos entre as duas variáveis são idênticos, como foi observado figura 40.

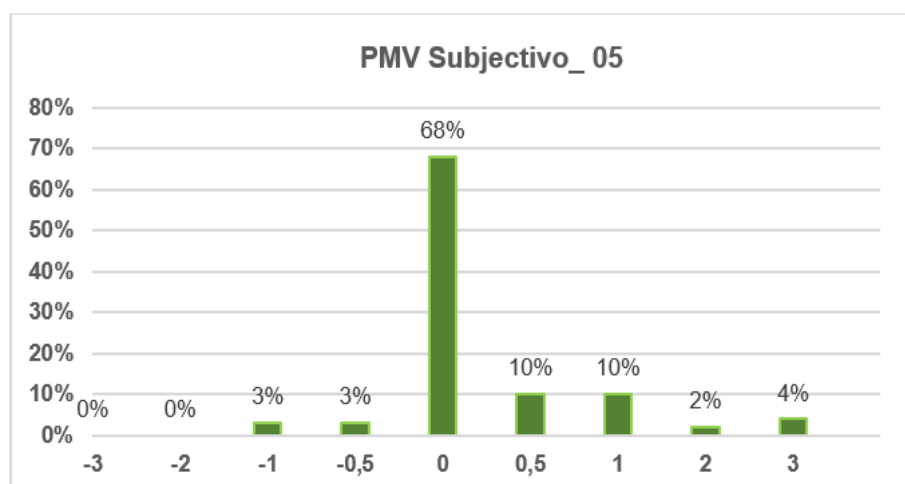


Figura 40: Gráfico PMV subjetivo_05

Tabela 18: PMV Subjetivo_05

PMV Subjetivo_05	Nº de Observações Totais
+3	2
+2	1
+1	5
0,5	5
0	34
-0,5	1,5
-1	1,5
-2	0
-3	0

Tabela 19: Observações por categorias de ambiente térmico.

Estado Térmico do corpo inteiro			
Categoria	PPD %	PMV	Nº de Observações
A	<6	-0,2<PMV <+0,2	42
B	<10	-0,5<PMV <+0,5	8
C	<15	-0,7<PMV <+0,7	0
>C			0

8.3.3. Percentual de pessoas insatisfeitas PPD

A partir PMV Subjetivo_05, onde 50% dos ocupantes que votaram -1 ou +1 foram transformados em - 0,5 ou 0,5 que foram considerados confortáveis, adicionando-se os 3% (-0,5) e 10% (+0,5) a 68%, obtendo-se 81%. A seguir somou-se todos os valores que foram considerados desconfortáveis, obtendo-se 19%, usando o Excel determinou-se o índice PPD apresentado pelo gráfico da figura 41.

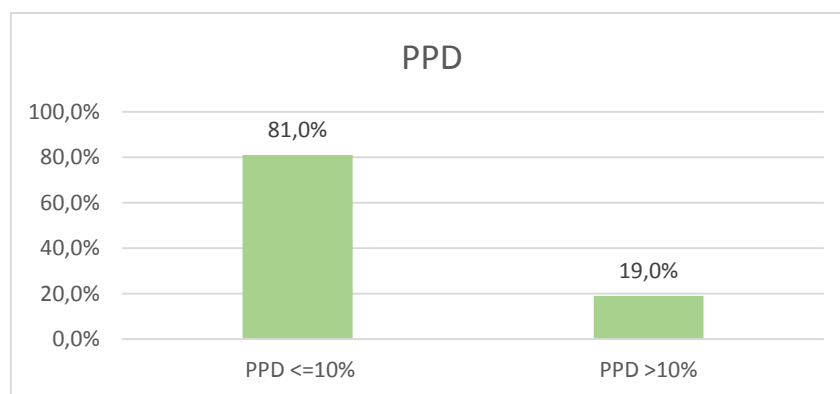


Figura 41: Gráfico PPD Geral

No Geral, verificou-se que 19,0 % de trabalhadores sentiram-se insatisfeitos em relação ao conforto térmico no ambiente de trabalho.

8.4. Análise particular de índices

Quanto ao índice PPD, para resultados acima de 10%, registou-se sensivelmente incidências 19% de insatisfeitos. Avaliando apenas com base no índice PPD, a situação não é preocupante.

Para os índices PMV, destacaram-se 68% de votantes em 0 (34 observações) e 6% resultantes da soma dos votantes em +2 e +3 (3 observações).

8.5. Ficha de observação

O projeto, a construção e a manutenção relacionam-se com as condições de implantação caracterizada pela latitude, longitude e orientação do sol, ao modelo arquitetónico, às condições de ventilação, aos materiais escolhidos e à preservação das condições inicialmente idealizadas. Todos estes pontos estão de alguma forma relacionados com o nosso inquérito (ficha de observação, onde foram levantadas as características dos objetos de estudo com o intuito de verificar eventuais correlações com as condições ambientais dentro do escritórios, como consta no anexo II).

9. Conclusão

O conforto térmico é essencialmente uma resposta subjetiva ou estado da mente em que uma pessoa expressa satisfação com o ambiente térmico. A sensação térmica varia consideravelmente de pessoa para pessoa, depende dos fatores ambientais, isolamento do vestuário e da aclimatização da pessoa, que se dá por ajustes endócrinos que ocorrem em períodos longos. Um ajuste completo é alcançado em média de 30 dias e, ao final deste período, as preferências de conforto deverão ter-se alterado (Guimarães, 2001).

A avaliação do conforto térmico é um processo cognitivo que envolve muitos dados influenciados por aspetos físicos, fisiológicos, psicológicos entre outros (ASHRAE, 2001). Assim, para testar essa hipótese, aplicou-se o método de escalas subjetivas de avaliação (ISO 10551, 2001).

A metodologia mais admitida internacionalmente para avaliação do conforto térmico assentou-se na adaptação psicológica e na previsão de votos do conforto (De Dear), a metodologia adaptativa considera o homem como um agente ativo, que interage com o ambiente em resposta a questionários das suas sensações e preferências térmicas. Esta abordagem resultou nos estudos de conforto térmico realizados nos USA, Reino Unido, Japão e outros, nas pesquisas de campo e em situação real de cotidiano, com pessoas a desempenharem as suas atividades em locais de trabalho. Nestas pesquisas de campo o pesquisador não interfere nas variáveis ambientais e pessoais, as pessoas expressavam suas sensações e preferências térmicas de acordo com escalas favoráveis e designada por quantitativa.

Fanger foi principal representante da equação analítica de avaliação das sensações térmicas. Suas equações e métodos serviram de base para a elaboração de normas internacionais importantes como ISO 7730 (2005) e ASHRAE. O modelo representava uma perspetiva qualitativa, forneceu indicadores para equação e cálculos matemáticos de conforto térmico conhecidos como PMV (*Predicted Mean Vote*) e PPD (*Predicted percentage dissatisfied*). Para a equação e cálculos matemáticos de conforto, caracterizou-se entre outros aspetos pela necessidade de medições de campo das variáveis ambientais, situação que nem sempre é possível ser realizada devido aos seus custos (equipamentos de medição).

A norma ISO 7730 propõe um método de determinação da sensação térmica e do grau de desconforto das pessoas expostas a ambientes térmicos moderados como também específicas condições térmicas aceitáveis para o conforto.

A avaliação do ambiente ocorre através do voto médio estimado dos ocupantes, o qual respondem à escala de sensações térmicas: +3, +2, +1, 0, -1, -2, -3. O índice PMV pode ser determinado quando é conhecida a atividade desempenhada bem como o valor do isolamento térmico das roupas, os valores da temperatura do ar, da temperatura radiante média, da velocidade do ar e da humidade do ar. Estas variáveis ambientais não foram medidas, a avaliação foi a subjetiva. Conhecendo-se o PMV foi possível calcular o PPD. A atividade desempenhada poderia ser dada através de tabela conhecendo o índice de massa corporal (IMC) do trabalhador, contudo, não foi estimado no nosso estudo por não ter sido medido o IMC.

Avaliar o conforto térmico não é propriamente um dos serviços mais solicitados no ramo da Segurança e Saúde no Trabalho (SST). A saúde, a satisfação, a segurança e a produtividade são requisitos que estão diretamente ligados a um ambiente de trabalho saudável.

Angola é um país caracterizado por vegetação quase inexistente com consequência para propagação de partículas em suspensão (PM_{10} , $PM_{2,5}$), a acumulação de poeiras no exterior e interior das edificações e fornecimento de energia elétrica deficiente levaram as empresas, as habitações a usarem energias alternativas de geradores a *fuel* óleo que têm contribuído para poluição do ar através emissão dos gases de efeito estufa como por eg. CO_2 para atmosfera. Estes foram os indicadores que levaram a realização do estudo de avaliação conforto térmico numa empresa cuja cultura de SST e Ambiente é conhecida e implementada, contudo, nunca se falou do conforto térmico do ambiente de trabalho.

A renovação de ar novo, a qualidade do ar interior e aclimatização é realizada pela utilização de ar – condicionado.

Foi usada a avaliação subjetiva do conforto térmico para se conhecer a sensação térmica experimentadas pelos trabalhadores no ambiente trabalho.

Concluiu-se que o método de escalas subjetivas de avaliação (ISO 10551, 2001) é um instrumento importante na avaliação subjetiva do conforto térmico, porque os trabalhadores têm oportunidade expressar a sua opinião em relação as suas percepções e sensações em relação ao ambiente de trabalho. Houve valores superiores a 60% entre os resultados do PMV e PPD, observados na representação gráfica, obtidos através das respostas dos 50 trabalhadores que participaram do inquérito, observaram-se que 19% demonstraram estar insatisfeitos e 81% satisfeitos, conforme demonstrou o resultado do índice PPD em relação ao conforto no ambiente em que se encontravam. Na pesquisa, verificou-se que existe uma relação direta

entre os valores de PMV e PPD relativamente a satisfação dos trabalhadores no ambiente térmico do posto de trabalho no momento em que davam as respostas ao inquérito, 68% dos trabalhadores consideram estar neutros (conforto). No geral aproximadamente 100% dos votos foram a favor de um ambiente do posto de trabalho aceitável.

Como sugestões propõe-se trabalhos futuros ligados ao tema, os quais abrangeriam áreas ainda com grandes lacunas a serem pesquisadas para um melhor entendimento e compreensão dos estudos de conforto térmico em Angola:

- O estudo de uma eventual correlação entre avaliação subjetiva e a possibilidade de controlo de variáveis ambientais;
- O aprofundamento da relação entre as variáveis , altura sexo peso e a sensação obtida por método subjetivo, em atividades ditas sedentárias;
- Estudos específicos sobre a determinação da temperatura média da pele e da taxa de secreção de suor, bem como os parâmetros de influência sobre elas;
- Estudos específicos com relação ao isolamento térmico de vestuários utilizados nas áreas de trabalho como por exemplo uniformes e vestuários individuais utilizados no dia-a-dia para trabalhar, considerando o vestuário como um mecanismo adaptativo e não apenas como um item de resistência térmica entre os mecanismos de troca de calor;
- Maior aprofundamento com relação à determinação da taxa metabólica de pessoas desempenhando suas atividades rotineiras, levando-se em consideração o modo de execução da atividade e as condições sob as quais ela está sendo desenvolvida;
- Estudos mais aprofundados sobre as influências, diretas ou indiretas, das variáveis ambientais e pessoais sobre o conforto térmico, o que poderia ser feito através de análises de fluxo ou análises causais;
- A avaliação do impacto de sombreamentos vegetais na sensação térmica obtida quer pelo modelo de prognóstico de conforto quer pelo modelo de avaliação subjetiva, face a outros tipos de sombreamentos;
- Análises mais aprofundadas com relação à influência do conforto térmico sobre o desempenho e produtividade humanas.

Em ambientes de trabalho com número reduzido de trabalhadores e com condições idênticas ao nosso estudo, aconselha-se o uso de avaliações de conforto térmico através do método subjetivo, como o definido pela Norma ISO 10551 (2001). A comunidade técnica e fiscalizadora pode e deve utilizar o método subjetivo, em locais ocupados, para análise de conforto térmico.

Referências Bibliográficas

American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineers. (ASHRAE). (2001). ANSI/ASHRAE 62-2001 *Addendum to Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality*.

American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineers. (ASHRAE). (2004). ANSI/ASHRAE 55-2004 Addenda a and b to ANSI/ASHRAE 55-2004 - *Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy*.

Fanger, P.O. (1970). *Thermal Comfort*. Copenhagen: Danish Technical Press.

Fanger, P.O. (1972). *Thermal Comfort Analysis and Application in Environmental Engineering*. McGraw-Hill, New York, 244

Fanger, P.O., (1967). *Calculation of thermal comfort: Introduction of a basic comfort equation*. ASHRAE Transactions, 73(2), III4.1-III4.20.

Fanger, P.O. (1992). Efficient ventilation for human comfort. International Symposium on Room Air Convection and Ventilation Effectiveness, 296-306. Tokyo: University of Tokyo.

Duarte, R. (2006). *Conforto Térmico*. Universidade Lusíada de Lisboa. Ano Letivo 2005-06. Lisboa.

Silva, H.M.F., (2015). *Ambiente Térmico e Ventilação – Avaliações práticas e controlo*, Lisboa: 2^a edição, 2012.

Lazzarotto N., (2007). *Adequação do Modelo PMV na Avaliação do Conforto Térmico de Crianças do Ensino Fundamental de Ijuí – RS*. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Maria. Centro de Tecnologia. Santa Maria, RS, Brasil.

Águas, M.P.N. (2001). *Conforto térmico*. Módulo da Disciplina de Mestrado Métodos Instrumentais em Energia e Ambiente. 2000/01, Lisboa. Instituto Superior Técnico de Lisboa.

Lamberts, R. (atualizações de Xavier A.A., Solange G., De Vecchi R.,2016). *Conforto Térmico e Stress Térmico*. Material didático para disciplina Conforto Térmico. Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Departamento de Engenharia Civil. Laboratório de Eficiência Energética em Edificações, Junho de 2016. Florianópolis, SC.

Coles, G., Di Corleto, R., Firth, I., (2002). *Documentation of the Heat Stress Standard Developed for Use in the Australian Environment*. Australian Institute of Occupational Hygienists by the Heat Stress Working Group.

Guimarães, L.B.M. (2004). *Série Monográfica Ergonomia, Ergonomia Cognitiva*, 2^aEd. FEENG – Fundação Empresa Escola de Engenharia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Escola de Engenharia. Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção. Porto Alegre.

Carvalho, C.C., (2006). *Noções Básicas sobre Conforto Térmico*. Departamento Autónomo de Arquitetura da Universidade do Minho. 2006/2009. Acedido em 3 de Março de 2017, disponível em <http://carla.cristiana.googlepages.com/Termica-Conforto.pdf>

De Dear, R.J. & Brager G.S., (1998). *Developing an Adaptive Model of Thermal Comfort and Preference*. ASHRAE Transactions, vol.104 (1). 27-49. American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineers, Atlanta, GA.

Goedert, J. & Batiz, E.C. (2006). *Avaliação do Conforto Térmico em Postos de Trabalho de Motoristas de Ônibus*: Estudo de caso. 14^o Congresso Brasileiro de Ergonomia. 4^o Fórum Brasileiro de Ergonomia. 2^o Abergio Jovem - II Congresso Brasileiro de Iniciação em Ergonomia. 29 de Outubro a 02 de Novembro de 2006. Curitiba, BR.

Humphreys, M.A., (1976). *Field Studies of Thermal Comfort Compared and Applied*. Building Services Engineer. Watfort, Vol. 44, 5-27.

Humphreys, M.A. & Nicol, J.F., (2002). *Effects of measurement and formulation error on thermal comfort indices in the ASHRAE database of field studies*.

Parsons, K.C., (2000). *Introduction to thermal comfort standards*. Loughborough University, UK, 19-30. 200, Leicestershire, UK.

Parsons, K.C., (2000). *The Assessment of Thermal Comfort in Vehicles Using Human Subjects*. Internacional Conference Florence, 6a., 18-19 novembro 1999, Florença, Itália. Tema: “Assessment of Thermal Climate in Operators’s Cabs”. Ultuma, Suécia: JTI. 25-30.

Parsons, K.C., (2001). *The estimation of metabolic heat for use in the assessment of thermal comfort*. Selected papers from Conference Proceedings: Moving Thermal Comfort Standards into the 21st Century, Windsor, UK 5-8 April, 2001. Acedido em 3 de Maio de 2016. Disponível em http://nceub.org.uk/uploads/Paper27_Parsons.pdf

Parsons, K.C., (2003). *Human Thermal Environments: The effects of hot, moderate and cold environments on human health, comfort and performance*. 2. ed., Londres: Taylor & Francis.

Rodrigues, F.A.G., (2007). *Conforto e Stress Térmico: uma Avaliação em Ambiente Laboral*. Departamento de Física. Universidade de Aveiro.

Vogt, J.J., (2001). *Calor y Frio*. Enciclopédia de Salud y Seguridad en el Trabajo. Cap. 42. Organización Internacional del Trabajo, O.I.T. Ministério de Trabajo y Asuntos Sociales. Tercera Edición. España.

Xavier, A.A.P. (1999). *Condições de Conforto Térmico para Estudantes de 2ºGrau na Região de Florianópolis*. Curso de Pós-Graduação em engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, SC.

Costa, A.D.L. (2003). *Análise Bioclimática e investigação do Conforto Térmico em Ambientes externos: Uma experiência no bairro de Petrópolis em Natal/RN*. Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

Nicol, J.F & Humphreys, M.A. (2002). *Adaptive thermal comfort and sustainable thermal standards for buildings*. Energy and Buildings. Lausanne, Vol.34, 563-572.

Olesen, B.W., (1982). *Thermal Comfort*. B&K Technical Review, 1982.

Olesen, B.W., (2008). *Radiant Floor Cooling Systems*. ASHRAE Journal, September 2008. Atlanta, USA.

Olesen, B.W., Sliwinski, E., Madsen, T.L., Fanger, P.O., (1982). *The effect of posture and activity on the thermal insulation of clothing: Measurement by a moveable thermal manikin*. ASHRAE Transactions. 1982. 88(2), 791-805.

Silva, H.M.F., (2010), *Uma Investigação Sobre o Conforto Térmico em Cabines de Estacionamento de Superfície, Administrados por uma Empresa Municipal da Cidade de Lisboa*. Doutoramento em Medicina Preventiva e Saúde Publica, Universidade de Léon.

Faria, T.A.F.P., (2016). *Poluição do ar por partículas em Portugal: Gestão da Qualidade do Ar ambiente, das emissões de poluentes para a atmosfera e da exposição ocupacional*. Mestrado em Engenharia do Ambiente, Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias, Lisboa.

Health and Safety Executive (HSE), (2009). *Thermal Comfort*. Acedido em 10 de Abril de 2016. Disponível em <http://www.hse.gov.uk/temperature/termal/index.htm>

Organização Internacional de Normalização. (ISO). (1998). 7726:1998, Ergonomics of the thermal environment - Instruments for measuring physical quantities.

Organização Internacional de Normalização. (ISO). (2001). 10551:2001 Ergonomics of the thermal environment - Assessment of influence of the thermal environment using subjective judgement scales.

Organização Internacional de Normalização. (ISO). (2004). 8996:2004 Ergonomics of the thermal environment - Determination of the metabolic rate.

Organização Internacional de Normalização. (ISO). (2005). 7730:2005 Ergonomics of the thermal environment - Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria.

Gomes, C. *Arquitetura Sustentável em Angola* (Manual de Boas Práticas).

Esteves, F.M.G.F., (2009). *Construção em Climas Tropicais. Comportamento Térmico de Edifícios em Luanda*. Mestrado em Engenharia Civil. BUM - Dissertação de Mestrado. Cap.3, 23-70. Disponível em <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/58288/1/000136754.pdf>. Acedido em 23 de Março de 2017.

http://www.citi.pt/citi_2005_trabs/antonio_carvalho/Climas.htm, acedido em 20 de Janeiro de 2016.

https://www.apambiente.pt/zdata/DAR/Ar%20Interior/Diretiva_2010_31_UE_DesempEnergEdificios.pdf. Acedido em 25 de Março de 2016.

<http://www.adene.pt/legislacao/decreto-lei-no-1182013-0>, acedido em 2 de Outubro de 2015, às 14:30.

[https://pt.wikipedia.org/wiki/Zaire_\(prov%C3%ADncia\)](https://pt.wikipedia.org/wiki/Zaire_(prov%C3%ADncia)), acedido em 2 de Março de 2017.

<https://pt.wikipedia.org/wiki/Angola#Clima>, acedido em 2 de Março de 2017.

https://pt.wikipedia.org/wiki/Geografia_de_Angola, acedido em 2 de Março de 2017.

http://www.citi.pt/citi_2005_trabs/antonio_carvalho/Climas.htm, acedido no dia 23/02/2016 às 17:00.

<http://www.angonoticias.com/>, acedido no dia 23/02/2016 às 16:30.

http://www.wikipedia.org/wiki/Angola_LNG, acedido dia 23/02/2016 às 16:00.

Qualidade do Ar em Espaços Interiores Um Guia Técnico - Agência ...

https://www.apambiente.pt/_zdata/Divulgacao/.../manual%20QArInt_standard.pdf, acedido dia 27 de Abril de 2017 as 16:20.

Apêndice

I. Tratamento Estatístico

I.1. Caracterização da Amostra - Geral

Tabela 20: Estatística.

	Época	Período	Local W	Área W	Idade	Género
n Válido	50	50	50	50	50	50
Ausência	0	0	0	0	0	0
Moda	1	1	1	1	2	1

Tabela 21: Estatística do da Altura e Peso.

Estatística		
	Altura m	Peso kg
n válido	50	50
Ausência	0	0
Média	1,77	76,9
Mediana	1,77	74,0
Moda	1,75	85
Desvio Padrão	0,09	11,7
Máximo	1,92	118
Mínimo	1,6	60

I.1.1. Frequências relativas

Tabela 22: Frequências relativas da Idade.

IDADE				
	Frequência	Percentagem (%)	Percentagem válida (%)	Percentagem cumulativa (%)
21 – 40	45	90,0	90,0	90,0
40 – 60	5	10,0	10,0	100,0
Total Geral	50	100,0	100,0	

Tabela 23: Frequências relativas do Género.

GÉNERO				
	Frequência	Percentagem (%)	Percentagem válida (%)	Percentagem Cumulativa (%)
F	12	24,0	24,0	24
M	38	76,0	76,0	100
Total Geral	50	100	100	

Tabela 24: Frequências relativas do Género em relação a Idade.

GÉNERO (IDADE)				
	Frequência	Percentagem (%)	Percentagem válida (%)	Percentagem cumulativa (%)
F (21 – 40)	12	24,0	24,0	24
M (21 – 40)	33	66,0	66,0	90
M (40 – 60)	5	10,0	10,0	100,0
Total Geral	50	100,0	100,0	

Tabela 25: Frequências relativas da Altura.

ALTURA				
Altura (m)	Frequência	Percentagem (%)	Percentagem válida (%)	Percentagem cumulativa (%)
1, 82	1	2,0	2,0	2
1, 87	1	2,0	2,0	4
1,6	1	2,0	2,0	6
1,62	2	4,0	4,0	10
1,63	1	2,0	2,0	12
1,65	3	6,0	6,0	18
1,67	1	2,0	2,0	20
1,68	3	6,0	6,0	26
1,69	1	2,0	2,0	28
1,7	1	2,0	2,0	30
1,72	2	4,0	4,0	34
1,73	1	2,0	2,0	36
1,74	2	4,0	4,0	40
1,75	5	10,0	10,0	50
1,77	3	6,0	6,0	56
1,78	2	4,0	4,0	60

1,8	1	2,0	2,0	62
1,81	1	2,0	2,0	64
1,82	4	8,0	8,0	72
1,83	1	2,0	2,0	74
1,84	1	2,0	2,0	76
1,85	3	6,0	6,0	82
1,86	2	4,0	4,0	86
1,87	1	2,0	2,0	88
1,88	1	2,0	2,0	90
1,89	2	4,0	4,0	94
1,91	1	2,0	2,0	96
1,92	2	4,0	4,0	100
Total Geral	50	100,0	100,0	



Figura 42: Representação gráfica de percentagem da Altura.

Tabela 26: Frequências relativas do Peso.

PESO				
Peso (kg)	Frequência	Percentagem (%)	Percentagem (%) Válida	Percentagem (%) Cumulativa
60	2	4,0	4,0	4,0
61	1	2,0	2,0	6,0
65	4	8,0	8,0	14,0
66	1	2,0	2,0	16,0
67	3	6,0	6,0	22,0
68	2	4,0	4,0	26,0
69	1	2,0	2,0	28,0
70	4	8,0	8,0	36,0
71	4	8,0	8,0	44,0
72	1	2,0	2,0	46,0
74	3	6,0	6,0	52,0
75	3	6,0	6,0	58,0
76	2	4,0	4,0	62,0
77	1	2,0	2,0	64,0

78	1	2,0	2,0	66,0
79	1	2,0	2,0	68,0
83	1	2,0	2,0	70,0
84,5	1	2,0	2,0	72,0
85	4	8,0	8,0	80,0
87	1	2,0	2,0	82,0
89	1	2,0	2,0	84,0
92	2	4,0	4,0	88,0
94	1	2,0	2,0	90,0
95	2	4,0	4,0	94,0
96	2	4,0	4,0	98,0
118	1	2,0	2,0	100,0
Total Geral	50	100	100	

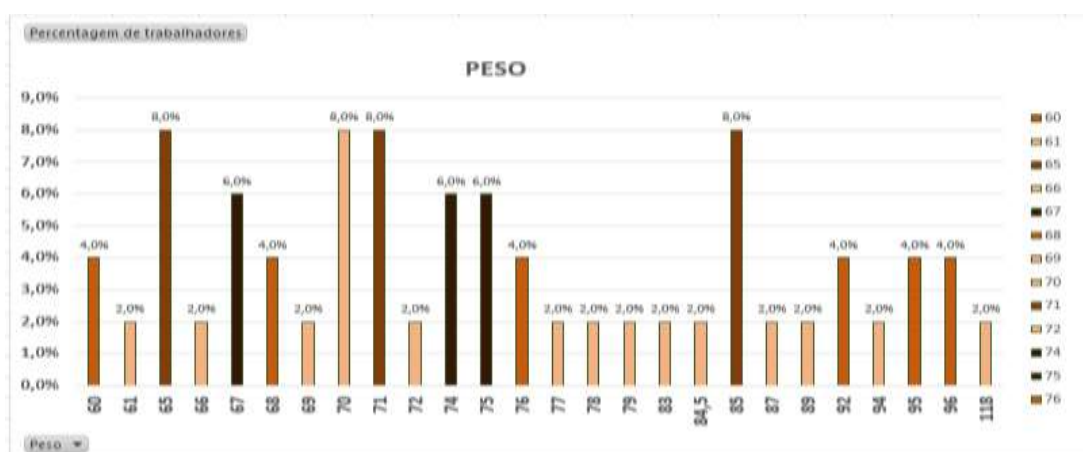


Figura 43: Representação gráfica da percentagem do Peso.

Tabela 27: Frequências relativas do Período de trabalho.

PERÍODO				
Período	Frequência	Percentagem (%)	Percentagem (%) válida	Percentagem (%) Cumulativa
5 - 17:00	1	2,0	2,0	2,0
6 – 18:00	1	2,0	2,0	4,0
7 - 13:00	1	2,0	2,0	6,0
7 - 16:30	1	2,0	2,0	8,0
7 – 16:30	16	32,0	32,0	40,0
7 - 18:30	1	2,0	2,0	42,0
8 – 15:30	1	2,0	2,0	44,0
8 – 16:30	1	2,0	2,0	46,0
8 –	27	54,0	54,0	100,0

17:30				
Total Geral	50	100,0	100,0	

Tabela 28: Frequências relativas da Área de trabalho.

ÁREA DE TRABALHO				
	Frequência	Percentagem (%)	Percentagem (%) válida	Percentagem (%) Cumulativa
Engenharia	1	2,0	2,0	2,0
Engenharia (Proj)	1	2,0	2,0	4,0
Finanças	7	14,0	14,0	18
Gás movimento	5	10,0	10,0	28
IT	6	12,0	12,0	40
Logística	7	14,0	14,0	54
Operações	16	32,0	32,0	86
RH	3	6,0	6,0	92
SST e HES	4	8,0	8,0	100
Total Geral	50	100,0	100,0	

Tabela 29: Frequências relativas do Local de trabalho.

LOCAL DE TRABALHO				
	Frequência	Percentagem (%)	Percentagem (%) Válida	Percentagem (%) Cumulativa
Escritório Luanda	16	32,0	32,0	32,0
Escritório Soyo, Campo	1	2,0	2,0	34,0
Escritório, Soyo, Armazém	1	2,0	2,0	36,0
Escritório, Soyo	15	30,0	30,0	66,0
Escritório, Soyo, Est. V, Campo	8	16,0	16,0	82,0
Escritório, Soyo, Est. Válvula	9	18,0	18,0	100
Total Geral	50	100	100	

I.2. Sintomatologia

Tabela 30: Frequências relativas dos Sintomas.

SINTOMAS				
	Frequência	Percentagem (%)	Percentagem (%) válida	Percentagem (%) Cumulativa
Dor de cabeça	10	20,0	20,0	20,0
Dor de cabeça, Dor nos músculos	1	2,0	2,0	22,0
Dor de garganta, Dor de ouvido	1	2,0	2,0	24,0
Dor nos músculos	4	8,0	8,0	32,0
Irritação nos olhos	5	10,0	10,0	42,0
Sem sintomas	29	58,0	58,0	100
Total Geral	50	100	100	

I.3. Ambiente

Tabela 31: Estatística do Ambiente

Estatística				
	SENTE-SE	AMBIENTE_P_W	PREFERIA_ESTAR	AMB_TER_É
N Válido	50	50	50	50
Ausência	0	0	0	0
Média	10	16,7	12,5	25
Mediana	3	7	8	25
Moda	1	1	2	4
Desvio Padrão	12,4	18,1	12,1	21
Mínimo	1	1	2	4
Máximo	34	42	32	46
Percentil 25	1,5	1	2,25	0
Percentil 50	3	7	8	25
Percentil 75	22	42	27,25	35,5

I.3.1. Frequências relativas e absolutas dos itens 8, 9, 10 e 12

SENTE-SE

Tabela 32: Frequências relativas como o trabalhador sente-se no momento.

	Frequência	Percentagem (%)	Percentagem (%) válida	Percentagem (%) Cumulativa
Ligeiramente Frio	3	6,0	6,0	6,0
Ligeiramente Quente	10	20,0	20,0	26
Muito quente	2	4,0	4,0	30
Neutro (nem quente nem frio)	34	68,0	68,0	98
Quente	1	2,0	2,0	100
Total Geral	50	100,0	100,0	

AMBIENTE_P_W

Tabela 33: Frequências relativas do ambiente no posto de trabalho.

	Frequência	Percentagem (%)	Percentagem (%) válida	Percentagem (%) Cumulativa
Confortável	42	84,0	84,0	84,0
Extremamente Desconfortável	1	2,0	2,0	86
Ligeiramente Desconfortável	7	14,0	14,0	100
Total Geral	50	100,0	100,0	

PREFERIA_ESTAR

Tabela 34: Frequências relativas de como o trabalhador preferia estar.

	Frequência	Percentagem (%)	Percentagem (%) válida	Percentagem (%) Cumulativa
Ligeiramente mais fresco	13	26,0	26,0	26,0
Ligeiramente mais quente	2	4,0	4,0	30
Mais fresco	3	6,0	6,0	36
Sem mudança (conforme estou)	32	64,0	64,0	100
Total Geral	50	100,0	100,0	

AMB_TER_É

Tabela 35: Frequências relativas da opinião do trabalhador de como ambiente térmico é.

	Frequência	Percentagem (%)	Percentagem (%) válida	Percentagem (%) Cumulativa
Ligeiramente difícil de tolerar	4	8,0	8,0	8,0
Perfeitamente tolerável	46	92,0	92,0	100
Total Geral	50	100,0	100,0	

Anexo

Anexo I - Questionário

O presente questionário insere-se no âmbito de uma tese de Mestrado em Engenharia do Ambiente a ser desenvolvida na Universidade Lusófona de Humanidade e Tecnologia, Faculdade de Engenharia, em Lisboa. O trabalho em questão visa a análise do ambiente térmico associado ao seu local de trabalho, motivo pelo qual, a sinceridade das suas respostas é fundamental para garantir a veracidade dos resultados.

Obrigado pela sua colaboração.

Não existem respostas certas nem erradas, sendo que todas as questões serão tratadas de forma confidencial.

Pretende-se com este trabalho fazer-se uma comparação do conforto térmico na vossa empresa comparando com outros trabalhos de referência em Portugal, levando em conta entre outros valores a diferença em relação ao clima.

Este trabalho está a ser orientado pelo professor Dr. Helder Silva.

A ficha de observação só é preenchida por um técnico da área de Higiene Segurança e Saúde no Trabalho (HSST).

Preencher o questionário a meio do turno sff.

I. Caracterização geral

1. Assinale qual é área onde está neste momento a trabalhar

- ☐ Escritório
- ☐ Armazém
- ☐ Sala de controlo
- ☐ Laboratório
- ☐ Campo
- ☐ Estação de Válvulas
- ☐ Oficina
- ☐ Fábrica

2. Assinale qual o turno ou período que está neste momento a trabalhar

☐ das 05:00 às 11:00

☐ das 06:00 às 12:00

☐ das 07:00 às 13:00

☐ das 08:00 às 14:00

☐ das 08:00 às 15:00

☐ das 08:00 às 16:00

☐ das 09:00 às 15:00

☐ das 12:30 às 18:30

☐ das 13:00 às 19:00

☐ das 14:00 às 20:00

☐ das 14:00 às 05:00

II. Elementos de identificação

3. Idade

☐ até 20 anos

☐ 21 a 40 anos

☐ 41 a 60 anos

☐ acima de 60 anos

4. Género

☐ Masculino

☐ Feminino

5. Altura _____ m

6. Peso _____ Kg

III. Sintomatologia

7. Neste momento sente algum destes sintomas

- ☐ Dor de cabeça
- ☐ Náuseas
- ☐ Falta de ar
- ☐ Dor de garganta
- ☐ Irritação nos olhos

IV. Ambiente

8. Como se sente neste preciso momento?

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Muito Frio | Frio | Ligeiramente Frio | Neutro (nem quente nem frio) | Ligeiramente Quente | Quente | Muito Quente |

9. Como está o ambiente térmico do seu posto de trabalho, neste momento?

- | | | | | |
|--------------------------|-----------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Confortável | Ligeiramente Desconfortável | Desconfortável | Muito Desconfortável | Extremamente Desconfortável |

10. Como preferia estar agora?

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Muito mais fresco | Mais fresco | Ligeiramente mais fresco | Sem mudança (conforme estou) | Ligeiramente mais quente | Mais quente | Muito mais quente |

11. Como julga o ambiente térmico no seu posto de trabalho?

☐ Aceitável ☐ Não Aceitável

12. Na sua opinião este ambiente térmico é?

☐ Perfeitamente tolerável ☐ Ligeiramente difícil de tolerar ☐ Razoavelmente difícil de tolerar ☐ Muito difícil de tolerar ☐ Intolerável

V. Vestuário

13. Assinale quais as roupas que tem vestidas neste momento

- ☐ Roupa interior
- ☐ Cuecas de senhora
- ☐ Soutien
- ☐ Cuecas de senhor
- ☐ Ceroulas / collants
- ☐ Meias (homem/mulher)
- ☐ Camisola interior sem mangas
- ☐ Camisola interior com mangas
- ☐ Roupa exterior
- ☐ Camisa de manga curta
- ☐ Camisa com mangas de Verão
- ☐ Camisa com mangas de Inverno
- ☐ Colete
- ☐ Casaco

- ☐ *Pullover*
- ☐ Calças de Verão
- ☐ Calças de Inverno
- ☐ Saia de Verão
- ☐ Saia de Inverno
- ☐ Vestido de Verão
- ☐ Vestido de Inverno

Anexo II

Ficha de observação para avaliação do Ambiente Térmico associado ao local de trabalho.

1. Ficha de Observação

I. Caracterização geral

1. Assinale qual é área onde trabalha

- ☐ Escritório
- ☐ Armazém
- ☐ Sala de controlo
- ☐ Laboratório
- ☐ Campo
- ☐ Estação de Válvulas
- ☐ Oficina
- ☐ Fábrica
- ☐ Outros

FICHA DE OBSERVAÇÃO

	S	N
1. Ar condicionado – Frio	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Ar condicionado – Quente (inverter)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3. Renovação de ar	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4. Ventilação natural	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5. Ventilação mecânica	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Existência de pala protectora	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Zona de sombreamentos externos	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. Edifício tradicional	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Edifício amovível	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
10. Estore/Pala interior	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11. Vidro com protecção térmica	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
▪ Foto geral	<input checked="" type="checkbox"/>	
▪ Foto fachada vidro	<input checked="" type="checkbox"/>	
▪ Foto posto trabalho + Eq. Medição	<input type="checkbox"/>	

Figura de um desenho (croqui de localização), do local em causa (com localização de janelas, portas, paredes e locais de trabalho.

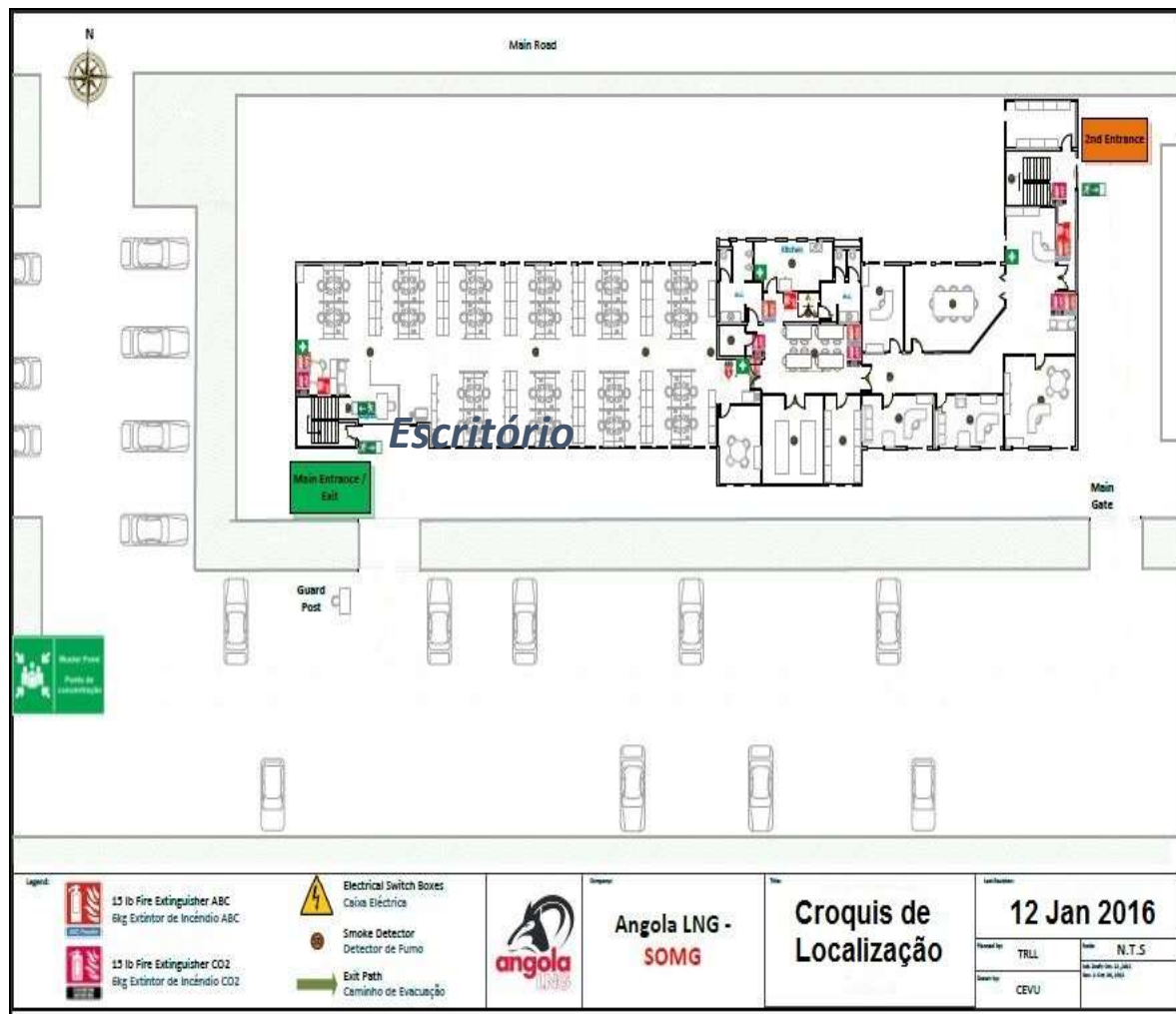


Figura 44: Desenho do croqui, fornecido pelo chefe de departamento de HES, da SOMG.